ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Traitement du malacon. Séparation du celtium d'avec le zirconium.* Note de Mlle **Madeleine Marquis**, de MM. **Pierre Urbain** et **G. Urbain**.

Nos premiers essais sur le malacon ont porté sur des échantillons choisis que M. Lacroix a mis gracieusement à notre disposition. Ce minéral provient de Madagascar. C'est un silicate de zirconium cristallisé, renfermant quelques centièmes de celtium, du thorium, des terres rares où dominent les terres yttriques, du fer, du titane, du niobium, de l'urane et des traces de tantale.

Le minéral est attaqué par l'acide sulfurique à 65° qui laisse, lors de la reprise par l'eau, un résidu insoluble, où domine la silice, et qui renferme en outre une partie peu importante du minéral primitif. Le bisulfate de potassium permet une attaque complète en une seule opération ; mais il est préférable d'attaquer le malacon par l'acide sulfurique s'il s'agit d'en traiter de grandes quantités.

Ayant chassé l'excès d'acide par la chaleur, on peut obtenir des solutions très concentrées de sulfates, lors de la reprise par l'eau, ce qui est avantageux. En effet, nous précipitons la presque totalité du zirconium et du celtium au moyen du sulfate de potassium en excès, et employé à l'état solide. Le précipité de sulfates doubles se filtre aisément et peut être lavé avec une solution saturée, froide, de sulfate de potassium. La majeure partie des

impuretés se retrouve dans les eaux mères, et l'on peut négliger les faibles quantités de zirconium et de celtium qui s'y trouvent.

Des précipitations fractionnées des sulfates doubles à base de potassium donnent des résultats très appréciables. Le sulfate double de zirconium est nettement moins soluble que celui de celtium. Toutefois on éprouve des difficultés à dissoudre ces sels. Ils sont hydrolysés, avec formation de sels basiques, lorsqu'on cherche à les dissoudre dans l'eau pure. Ils se dissolvent dans de grandes quantités d'acide, mais celles-ci sont très gênantes pour les précipitations ultérieures.

On pourrait transformer les sulfates doubles en hydroxydes, par les alcalis caustiques, si la transformation n'était pénible, de sorte que nous avons renoncé à ce détour.

Par contre, le sulfate double, comme d'ailleurs la plupart des précipités que donnent les deux métaux avec les divers réactifs, se dissout bien à la faveur de certains réactifs formant avec les deux éléments considérés des sels complexes. C'est le cas des oxalates, des tartrates et aussi des carbonates. Les oxalates sont coûteux, les tartrates complexes sont difficiles à décomposer; les carbonates nous ont semblé plus avantageux.

On peut obtenir des matières très riches en zirconium dans des solutions concentrées de carbonate de sodium [1]. Les acides titanique et niobique y sont à peine solubles, ce qui permet d'en éliminer la majeure partie. Le celtium y est lui-même nettement moins soluble que le zirconium. Des épuisements successifs des précipités par des solutions saturées de carbonate de sodium donnent des liqueurs dont les premières sont les plus riches en zirconium et les plus pauvres en celtium.

Cette méthode de fractionnement présente quelque analogie avec les traitements par le carbonate d'ammonium que Hoffmann et Prandtl [2] avaient mis en œuvre pour séparer de la zircone de l'euxenite, la substance qu'ils avaient appelée : *euxenerde*.

Cette terre, de poids atomique élevé (177,6), avait peut-être, quoiqu'en aient dit O. Hauser et F. Wirth [3], quelque rapport avec l'élément 72 que nous appelons celtium depuis que Dauvillier [4] a observé, le premier, les

---

[1] Jusqu'à 143g (comptés en oxydes anhydres), à froid, dans 1 litre d'une solution saturée de CO^3Na^2, à 15°.

[2] Hoffmann et Prandtl, *Berichte*, 34, 1901, p. 1064.

[3] O. Hauser et F. Wirth, *Berichte*, 43, 1910, p. 1807.

[4] Dauvillier, *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 1347.

deux raies les plus caractéristiques de son spectre X. On sait que, depuis, Coster et von Hevesy ([1]) ont appelé hafnium le même élément.

La façon dont le celtium se comporte par rapport au zirconium vis-à-vis des carbonates nous a fait supposer (ce qui était d'ailleurs probable) que le zirconium devait donner des complexes plus robustes que le celtium. Il se dégageait de cette remarque une conséquence intéressante. La celtine, comme on devait s'y attendre, est une base plus forte que la zircone. Von Hevesy ([2]), puis Phillip ([3]) ont reconnu le fait, et constaté que les alcalis précipitent la zircone avant la celtine de leurs solutions mixtes. C'est ainsi du moins que le phénomène se présente dans les sels simples de zirconyle. Mais le contraire peut se produire dans les sels complexes, autant que ceux de zirconium sont moins décomposables par les réactifs que ceux de celtium.

Dans le cas des carbonates complexes, le fait est très net : la zircone y est plus dissimulée aux alcalis que la celtine, et celle-ci précipite la première dans les fractionnements par la soude. Les précipités obtenus par les alcalis, ou même par les acides ([4]), dans ces liqueurs alcalines ne bouchent pas les filtres et ne risquent pas de passer au travers. Si au contraire on précipite partiellement par les alcalis un sel de zirconyle dont les solutions sont nécessairement acides, on se heurte généralement à des difficultés de filtration.

Si, des solutions de leurs carbonates complexes, le celtium et même le zirconium précipitent par les alcalis caustiques, ils n'en sont pas moins partiellement dissimulés l'un et l'autre à ce genre de réactifs, qui, dès lors, doivent être employés en excès considérable. Nous avons cependant remarqué que si, dans une solution assez alcaline pour que la soude y détermine un précipité immédiat, on verse, en quantité limitée, une solution pratiquement neutre ([5]) de sulfates simples de zirconium et de celtium, il se forme un précipité correspondant à la quantité d'hydroxydes que pouvait donner elle-même, par les alcalis, la solution des sulfates.

Cette observation nous a permis de fixer définitivement la technique de notre méthode actuelle en mettant en œuvre un minimum d'alcalis caustiques.

Supposons une série de fractions de carbonates doubles, de même importance et rangées dans l'ordre de leur teneur croissante en celtium, et

---

([1]) Coster et von Hevesy, *Nature*, 3, 1923, p. 79.

([2]) Von Hevesy, *Chemistry and Industry*, 42, 1923, p. 929.

([3]) Phillip : brevet français n° 568978 du 24 juillet 1923.

([4]) Les liqueurs étant toutefois maintenues alcalines.

([5]) C'est-à-dire neutralisée jusqu'à persistance d'un louche.

supposons qu'on ait déterminé par la soude, dans chacune d'elles, un précipité de même grandeur. Dans chaque précipité, le rapport $\frac{Ct}{Zr}$ est plus grand que dans sa liqueur mère. Dès lors, le précipité de la fraction n devra être réuni à la liqueur $n+1$. Mais auparavant le précipité filtré sera dissous dans l'acide sulfurique, et cette solution sera elle-même neutralisée jusqu'à formation d'un louche persistant. En réunissant cette liqueur aux eaux mères $n+1$, il se formera un précipité équivalent au précédent.

Cette méthode est très simple et permet de réaliser un fractionnement presque automatique. Le nombre actuel de nos fractions est égal à 21 (1). Dans les têtes du fractionnement, le produit donne un spectre de celtium où les raies les plus fortes du zirconium sont devenues relativement faibles.

D'après l'allure du fractionnement, il faudra bien peu de fractions complémentaires pour atteindre le celtium pur.

Nous n'avons pas recouru, pour faire des déterminations quantitatives, à la méthode photographique d'analyse par rayons X que Coster (2) a utilisée avant, d'ailleurs, de l'avoir étudiée.

Dès 1923, cet auteur et von Hevesy ont annoncé, sous le couvert de cette méthode, des résultats remarquables (jusques et y compris la proportion de celtium dans l'écorce terrestre). Il est certain que ces résultats ne sauraient avoir plus de valeur que le procédé qui a permis de les obtenir. Or, MM. Coster et Nishira (3) nous ont récemment appris qu'avec cette méthode l'erreur sur le corps dosé peut atteindre 250 pour 100, et même davantage.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du nickel et du cobalt chez les animaux.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **M. Mâchebœuf**.

Il est maintenant démontré que le nickel et le cobalt existent partout dans la terre arable (4), de plus, qu'une certaine proportion de ces métaux est absorbée par les plantes et se répand dans tous leurs organes (5).

---

(1) Le nombre de fractions s'accroît à mesure que le fractionnement progresse; et nous empêchons la fraction 1 de s'épuiser en l'alimentant avec du mélange primitif neuf.

(2) Coster et von Hevesy, *Chem. News*, 127, n° 3303, 1923, p. 65.

(3) Coster et Nishira, *Chem. News*, 130, n° 3386, 1925, p. 149.

(4) Gab. Bertrand et M. Mokragnatz, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 112, et 179, 1924, p. 1566; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 31, 1922, p. 1330, et 37, 1925, p. 326.

(5) Gab. Bertrand et M. Mokragnatz, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 458, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 37, 1925, p. 554.

Ainsi engagés dans la matière vivante, le nickel et le cobalt ne peuvent manquer de s'introduire par l'alimentation dans le tube digestif de l'homme et des animaux; mais pénètrent-ils plus profondément, arrivent-ils à se fixer d'une manière plus ou moins élective dans les organes, comme on l'observe pour d'autres éléments?

En vue de répondre à ces questions, nous avons entrepris la recherche du nickel et du cobalt dans diverses parties du corps de l'homme et des animaux. Pour cela, nous avons utilisé la méthode qui avait déjà servi à l'un de nous, en collaboration avec Mokragnatz (¹), pour déterminer la présence et la proportion des deux métaux dans les plantes.

Nous nous sommes vite aperçus alors qu'il n'y avait dans les tissus animaux que des quantités extrêmement petites de nickel (²) et des quantités encore plus petites de cobalt. Même en opérant sur des prises d'essai d'environ 200^{g} d'organes frais, nous n'avons obtenu, en général, à l'état de combinaison définie avec la diméthylglyoxime, que des poids de nickel difficiles à déterminer avec précision à l'aide de la balance.

Nous avons dû user, pour apprécier ces poids, d'un artifice consistant à redissoudre la combinaison glyoximique, rassemblée dans une petite capsule de porcelaine et qui est, comme on sait, d'une belle couleur rouge vif, dans un petit volume de chloroforme (1^{cm^3} et même $0^{cm^3},5$), laissant évaporer tranquillement à l'air libre et comparant le résidu avec ceux fournis, dans des conditions semblables de précipitation, d'extraction et d'évaporation, par des quantités connues de nickel. Nous sommes arrivés de cette manière à apprécier jusqu'à la quantité absolue de $\frac{1}{500}$ de milligramme de métal.

En travaillant avec des réactifs purifiés par nous avec grand soin et ne donnant pas la moindre trace de résidu rouge avec la diméthylglyoxime, nous avons obtenu les résultats rassemblés dans le tableau ci-après :

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 33, 1923, p. 1539. Dans ce Mémoire, page 1546, ligne 17, *après* 2 ou 3 gouttes d'ammoniaque, *ajouter* au dixième.

(²) D'après W. J. Vernadsky (*Comptes rendus*, 175, 1922, p. 382), Mlle I. D. Starynkewitch aurait trouvé des traces de nickel « dans les cendres d'une souris domestique ». Étant donnée la faible teneur de cet animal en nickel, c'est là un résultat difficile à obtenir. En fait, nous avons essayé deux fois l'expérience, sans pouvoir mettre en évidence la moindre trace du métal. Par contre, nous avons reconnu la présence du nickel dans l'acide chlorhydrique, dit pur du commerce, que nous avons examiné.

Organes examinés.	Poids frais.	Ni en millièmes de milligr. par kilog. d'org. frais.	d'org. secs.	de cendres.
MAMMIFÈRES :	g			
Homme : Foie [homme 17 ans (¹)]	200	90	330	4330
Pancréas [homme 17 ans (¹)]	83	41	230	3180
Rate [homme 50 ans (²)]	107	40	220	3510
Peau [j. fille 14 ans (³)]	100	25	60	2630
Cerveau [j. fille 14 ans (³)]	200	22	110	1060
Estomac [homme 17 ans (¹)]	188	Présence incertaine		
Utérus [j. fille 14 ans (³)]	61,6	<2	"	"
Muscle [j. homme 17 ans (¹)]	200	<2	"	"
Graisse [j. fille 14 ans (³)]	200	<2	"	"
Taureau : Foie	200	125	360	7720
Pancréas	110	135	410	"
Testicule	252	32	220	"
Cerveau	200	33	150	1520
Muscle	200	<2	"	"
Rein	300	10	47	850
Sang	1000	11	57	2200
Corne	200	50	59	"
Vache : Lait	1000	4	40	530
Veau : Foie	200	125	510	8740
Thymus	160	13	57	520
Rein	142	10	37	470
Muscle	200	<2	"	"
Souris grise : 13 individus entiers (sauf tubes digestifs)	169,5	25	84	350
OISEAUX :				
Dindon : Foie	200	15	53	1020
Muscle	200	<2	"	"
Plumes	200	300	330	10700
Poule : Œuf, blanc	200	<2	"	"
Œuf, jaune	200	20	40	980
POISSONS :				
Merlan : entier (sauf tube digestif)	355	14	68	500
Éperlan : 26 individus entiers (sauf tubes digestifs)	200	15	65	500

(¹) Mort d'accident.

(²) Mort d'hémorragie méningée.

(³) Morte d'intoxication oxycarbonée.

Organes examinés.	Poids frais.	Ni en millièmes de milligr. par kilog. d'org. frais.	d'org. secs.	de cendres.
INSECTES :				
Ver à soie : 170 individus à l'état de chrysalides	200 g	Présence incertaine		
CRUSTACÉS :				
Langoustine : 16 individus entiers (sauf les carapaces)	200	100	435	//
MOLLUSQUES :				
Moule : 41 individus sans les valves	220	455	2350	22100
Gryphée : 24 individus sans les valves	188	223	1740	//
TUNICIERS :				
Vioulet : 30 individus sans les manteaux	223	170	825	5720

On voit par ces résultats qu'en dehors des tissus musculaires et adipeux, nous avons trouvé du nickel dans toutes les autres parties de l'organisme que nous avons examinées.

Chez l'homme et chez les animaux supérieurs, le foie s'est présenté comme un organe relativement riche, sinon le plus riche, en nickel.

Les tissus kératiniques renferment aussi beaucoup de métal.

Ces premières constatations sont analogues à celles qui ont déjà été faites au sujet des autres métaux lourds : fer, manganèse, zinc, cuivre, trouvés en petites proportions dans la matière vivante.

La même analogie existe aussi en ce qui concerne la localisation exclusive, ou presque exclusive, du métal dans le jaune de l'œuf, chez l'oiseau.

Un seul organe, dans la liste de ceux que nous avons analysés, a révélé une teneur en nickel inattendue : c'est le pancréas du taureau, dans lequel le poids de métal a été trouvé du même ordre de grandeur que dans le foie.

Enfin, la richesse relative des mollusques marins en nickel va de pair avec celle qui a été déjà observée pour les autres métaux lourds.

Quant au cobalt, c'est seulement jusqu'ici par la réaction colorée qu'il donne avec la diméthylglyoxime et que montre l'eau mère séparée du nickel, que nous avons pu en constater la présence. Nous allons essayer d'en évaluer les proportions.

Sir E. JOHN RUSSELL fait hommage à l'Académie de ses Ouvrages intitulés : *Manuring for Higher Crop Production*, 2e édition, 1917; *The Fertility*

of the Soil, 1921; *A Student's Book on Soils and Manures*, 2e édition, 1921; *Lessons on Soil*, 1922; *Farm Soil and its Improvement*, 1923; *The Micro-organisms of the Soil*, 1923, auxquels il a joint les Tomes VIII-XI de *The Rothamsted Memoirs on Agricultural Science* et diverses autres publications relatives aux travaux de la *Station expérimentale de Rothamsted*.

M. **A. d'Arsonval** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage intitulé : *T. S. F., La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil. Applications diverses*, par G.-E. Petit et Léon Bouthillon, dont il a écrit la *Préface*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Commissaire général de l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes** fait connaître que les Membres de l'Institut auront libre accès à l'Exposition sur la simple présentation de leur médaille. De plus, une carte personnelle nominative pourra être établie pour les Membres qui en feront la demande.

M. **Léon Guillet** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Division des Applications de la Science à l'Industrie, par le décès de M. *Charles Rabut*.

M. **Em. Demoussy** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *L. Maquenne*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Lampes, tubes et valves électriques. Études des caractéristiques. Construction. Essais. Usages*, par H. Pécheux.

2° *Spedizione italiana* de Filippi *nell' Himàlaia, Caracorùm e Turchestàn cinese* (1913-1914). *Astronomia geodetica, Geodesia e Topografia*.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les propriétés projectives des congruences non W à complexe linéaire osculateur non spécial.* Note de M. **Paul Mentré**, présentée par M. G. Kœnigs.

I. La méthode de M. Cartan m'a donné des nouvelles propriétés projectives des congruences de droites. J'ai déjà indiqué ([1]) quelques résultats relatifs aux congruences W. Je vais considérer les seules congruences à nappes focales distinctes qui partagent, avec les congruences W, la propriété d'admettre un complexe linéaire osculateur non spécial.

Ces congruences, que je désignerai par W′ sont engendrées par une droite qui s'appuie sur une courbe arbitraire et reste tangente à une surface développable arbitraire. On sait qu'on obtient une congruence W′ en imposant à un « élément » ([2]) un déplacement à un paramètre; l'une des nappes focales est la surface développable engendrée par le plan de l'élément, tandis que l'autre nappe focale est la courbe engendrée par le foyer de l'élément.

Je m'occuperai surtout du rôle important que jouent, sur les droites du complexe H enveloppé par le complexe linéaire γ, osculateur à une congruence W′, les quatre « couples inflexionnels » définis par M. G. Kœnigs.

II. Le complexe linéaire non spécial γ osculateur à une congruence W′, « accompagne » chacun des deux foyers, au sens de M. Waelsch; ce complexe γ n'est constamment surosculateur que s'il est fixe.

Supposons d'abord, ce qui est le cas général, que γ dépende de deux paramètres; sa quadrique caractéristique est dégénérée en deux éléments dont l'un appartient à W′. L'enveloppe de γ est alors formée par l'ensemble des rayons centraux; cette enveloppe contient deux fois chacune des droites r de la congruence W′ et elle constitue un complexe H non linéaire et non spécial.

Le complexe H, auquel γ reste tangent, admet, sauf sur les droites r, un couple inflexionnel double ou triple. Il peut être engendré par le déplacement à un paramètre d'une congruence linéaire V dont les directrices sont respectivement une tangente à la courbe focale et la droite correspondante de la surface focale.

([1]) Mentré, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1131, et *Bull. de la Soc. Math. de France*, 51, 1923, p. 202-212.

([2]) Un « élément » est formé par une droite qui se déplace dans un plan fixe en conservant un point fixe; le plan fixe et le point fixe constituent un « couple ».

III. Étant données deux courbes, on peut leur associer en général deux congruences W′, dont chacune admet pour nappes focales une courbe et la surface développable formée par les tangentes à l'autre courbe donnée. Lorsque les deux congruences W′ sont confondues, le complexe γ dépend seulement d'un paramètre, à moins qu'il ne soit fixe. Cela arrive lorsque les deux courbes données sont des asymptotiques d'une même surface réglée.

Supposons que le complexe γ ne dépende que d'un paramètre. Le complexe H, enveloppé par γ, peut encore être engendré par une congruence linéaire V; d'ailleurs deux congruences V, infiniment voisines, sont alors situées dans un même complexe linéaire. De plus, le complexe H, comme la raison de symétrie le fait prévoir, admet deux couples inflexionnels doubles.

Il peut arriver que la courbe focale soit plane; pour que le complexe γ ne dépende que d'un paramètre, il faut alors que l'autre nappe focale dégénère en un cône dont le sommet soit situé dans le plan de la courbe focale.

IV. Les congruences W′ admettent deux invariants projectifs relatifs d'ordre trois. La première classification projective range une congruence W′ dans l'une ou l'autre de quatre catégories, suivant que chacun des invariants relatifs est nul ou non.

Dans les congruences « W′ générales », qui dépendent manifestement de quatre fonctions arbitraires d'un argument, le complexe H admet un couple inflexionnel double.

Dans les congruences W'_1, le complexe H admet un couple inflexionnel triple; γ dépend encore de deux paramètres. Il est remarquable que l'une des nappes focales est une courbe plane, tandis que l'autre nappe est un cône. Les congruences W'_1 ne dépendent que d'une fonction arbitraire d'un argument,

Dans les congruences W'_2, le complexe H admet deux couples inflexionnels doubles; γ ne dépend plus que d'un paramètre. Ces congruences W'_2 dépendent de trois fonctions arbitraires d'un argument.

Enfin, dans les congruences W'_3, le complexe γ reste fixe. On obtient ces congruences qui dépendent manifestement de deux fonctions arbitraires d'un argument, en menant par chaque point d'une courbe quelconque les droites situées dans un complexe linéaire, non spécial, fixe.

V. Une congruence W′ générale admet un invariant projectif absolu d'ordre trois. Pour que cet invariant fondamental λ ne dépende que du paramètre de position du foyer qui décrit la courbe focale, il faut que les nappes focales dégénèrent en une courbe plane et en un cône.

Le complexe H supporté par une congruenee W′ générale, admet au voisinage de chacune des droites r, qu'il a en commun avec la congruence W′, un réseau de complexes linéaires tangents parmi lesquels il en existe un osculateur.

Considérons les rayons centraux issus du foyer a_1 et des foyers infiniment voisins $a_1 + da_1$, situés sur la surface focale. Le complexe γ contient tous ces rayons centraux. Il contient aussi les rayons centraux relatifs au foyer $a_1 + \delta a_1 + \frac{1}{2}\delta^2 a_1$ situé sur une courbe tracée à partir de a_1 dans une certaine direction privilégiée.

Il existe une autre direction privilégiée telle que la congruence linéaire commune aux deux complexes infiniment voisins γ et $\gamma + \delta\gamma$ soit spéciale.

Il est remarquable que les deux directions privilégiées, ainsi définies, forment, dans le plan tangent en a_1 à la surface focale (a_1), un faisceau harmonique avec les génératrices respectives de W′ et (a_1).

VI. L'étude de la déformation projective d'ordre deux est intéressante. Signalons que toutes les congruences W′ sont déformables et qu'il est toujours possible d'obtenir une déformation singulière, au sens de M. Cartan (1); on doit pour cela respecter l'invariant fondamental λ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Semi-continuité et recherche directe de certains minima.* Note de M. **André Roussel**, présentée par M. E. Goursat.

1. Dans une Note récente (2), dont je reprends ici les notations, j'ai donné une méthode d'où découle d'une manière immédiate la semi-continuité de $\mathfrak{J}_c$. Soit C_0 une courbe décrite par le point $x_0(t)$, $y_0(t)$, et sur laquelle les dérivées premières et secondes de x_0, y_0 soient continues. En supposant F positivement homogène du premier degré en x', y', nous avons pris deux fonctions continues, $\varphi(x, y)$, $\Psi(x, y)$ satisfaisant à

$$x'_0 = \varphi(x_0, y_0), \qquad y'_0 = \Psi(x_0, y_0)$$

et formé l'intégrale

$$\mathfrak{J}'_c = \int_C [x' F_{x'}(x, y, \varphi, \Psi) + y' F_{y'}(x, y, \varphi, \Psi)]\, ds$$

telle que $\mathfrak{J}_{c_0} = \mathfrak{J}_{c_0}$ et que $\mathfrak{J}_c \geqq \mathfrak{J}'_c$, en vertu de l'hypothèse essentielle $F_1 \geqq 0$. La semi-continuité de $\mathfrak{J}_c$ résulte ainsi de la continuité de $\mathfrak{J}'_c$.

---

(1) E. Cartan, *C. R. du Congrès de Strasbourg*, 1921, p. 397-406.

(2) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 490.

La considération systématique de $\mathfrak{J}'_c$ permet d'aller plus loin. Il est un cas où la seule condition à imposer à C pour avoir $\mathfrak{J}_c \geqq \mathfrak{J}_{c_1} - \varepsilon$, est que les extrémités A et B de C soient suffisamment voisines des extrémités correspondantes de C_0 : celui où l'intégrale $\mathfrak{J}''_c$ porte sur la différentielle totale d'une fonction $\Phi(x, y)$. Pour cela, il faut et il suffit que C_0 soit une courbe intégrale de l'équation d'Euler (forme de Weierstrass). C'est ce que j'ai établi en supposant qu'il soit possible d'enclore les courbes de la classe K dans l'aire balayée par la normale à la courbe intégrale C_0, prolongée à volonté au delà de A_0 et de B_0 (condition γ).

Cette remarque élargit le champ d'application de la méthode directe. Le problème comporte en effet deux étapes : 1° étant donnés une courbe quelconque C_0, et un $\varepsilon > 0$, quelles sont les conditions (α) et (β) à imposer respectivement à C_0 et aux courbes C pour avoir $\mathfrak{J}_c \geqq \mathfrak{J}_{c_0} - \varepsilon$, pour toutes les C astreintes à (β), C_0 étant astreinte aux conditions (α) *indépendantes de* ε; 2° étant données une classe K de courbes et une suite minimisante Σ, K contient-il une C_0 astreinte à (α) et telle que, quel que soit ε, on puisse trouver une infinité de courbes de Σ satisfaisant à (β) ? En cas d'affirmative, C_0 est un minimum absolu. Par là, on voit que C_0 n'est plus nécessairement une courbe d'accumulation : c'est l'extension annoncée.

De l'ensemble de ces considérations, on déduit facilement le théorème suivant : soit dans un champ borné une classe K de courbes englobant les arcs des lignes intégrales de l'équation d'Euler découpées par ce champ. Il existe deux points P et Q tels que l'arc intégral de l'équation d'Euler joignant ces points fournisse, chaque fois qu'il existe et que la condition (γ) est satisfaite (cas général), un minimum absolu. Si la classe K cesse d'englober les extrémales, les autres hypothèses subsistant, on aura le même résultat, si i étant la borne inférieure des $\mathfrak{J}_c$ dans K, on démontre que $\mathfrak{J}_{c_0} \geqq i$.

2. Dans un autre ordre d'idées, j'ai cherché par la méthode directe, dans une classe de courbes dont les longueurs et les courbures sont bornées dans leur ensemble, le minimum faible d'une intégrale de la forme

$$I_c = \int_0^1 F(x, y, x', y', x'', y'')\,dt,$$

où $t = \frac{s}{L}$, s étant sur chaque courbe C l'abscisse curviligne du point courant, L la longueur de C. Définissons encore pour chaque système de valeurs $\overline{x}, \overline{y}, \overline{x}', \overline{y}'$ une *figurative*, c'est-à-dire une surface représentée dans le système auxiliaire de coordonnées x'', y'', u par l'équation

$$u = F(\overline{x}, \overline{y}, \overline{x}', \overline{y}';\ \overline{x}'', \overline{y}'').$$

J'ai obtenu les résultats suivants : 1° l'intégrale I est semi-continue sur une courbe C_0, pourvu que les C de la classe donnée aient avec C un voisinage d'ordre 1 et que la figurative soit partout au-dessus de son plan tangent ; 2° il existe une courbe C_0 qui satisfait à la première de ces conditions et sur laquelle on peut définir I. Ce dernier point découle facilement du théorème de M. Lebesgue sur l'existence de la tangente à une courbe rectifiable, qui joue d'ailleurs dans toute cette théorie un rôle fondamental.

MÉCANIQUE. — *Sur la réalisation de très grandes vitesses de rotation.* Note (1) de MM. **E. Henriot** et **E. Huguenard**, présentée par M. A. Cotton.

Lorsqu'on essaie de produire de très grandes vitesses de rotation avec une turbine à gaz comprimé ou à vapeur, ou par tout autre moyen, on se heurte à des difficultés provenant des frottements, du passage par les vitesses critiques et de la nécessité d'assurer un centrage parfait qui rend la construction difficile. Pour ces raisons, les vitesses obtenues sont restées assez éloignées de celles que permettrait la résistance des matériaux.

Nous avons pu réaliser de petites turbines à très grande vitesse où le rotor, libéré de tout contact solide ou liquide avec le stator, peut choisir lui-même son axe de rotation; les difficultés précédentes sont écartées, et il n'y a plus d'autre limite que celle imposée par la résistance du rotor à l'éclatement. La vitesse périphérique étant, de ce fait, limitée, les très grandes vitesses de rotation n'ont été atteintes qu'avec des organes de dimensions de plus en plus réduites, suffisantes cependant pour entraîner un miroir tournant.

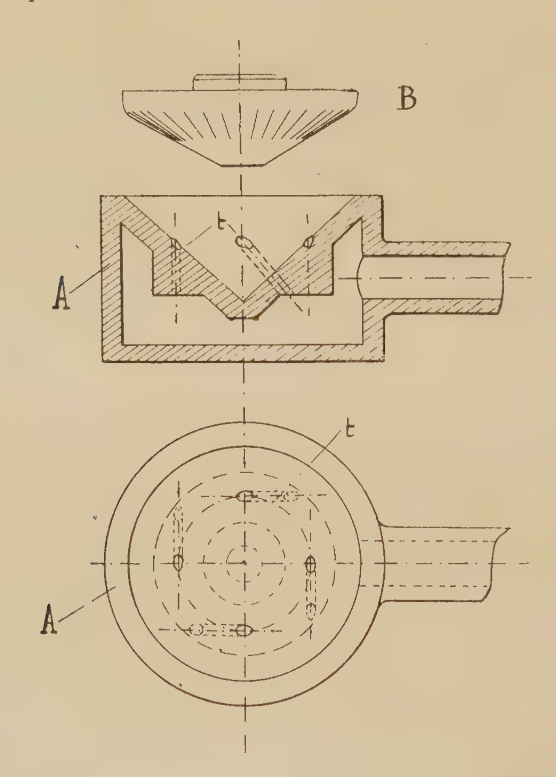
Nous avons réalisé divers appareils qui peuvent être considérés comme formés par l'assemblage de deux exemplaires du plus simple d'entre eux. C'est ce dernier que nous décrivons :

Il comprend un stator A, dans lequel est pratiqué un évidement conique d'axe vertical (voir figure) où débouchent des tuyères *t* dont les axes sont disposés comme des génératrices équidistantes d'un hyperboloïde à une nappe. Alimentées par de l'air comprimé, ces tuyères fournissent une série de jets divergents produisant une nappe gazeuse qui s'élève en tourbillonnant. Le rotor présente à sa partie inférieure la forme d'un cône ou d'une surface

(1) Séance du 6 avril 1925.

voisine, striée dans la région rencontrée par les jets de gaz; les stries étant à peu près dirigées suivant des méridiens.

Le rotor, placé à une distance convenable du stator, est *aspiré vers lui* par le tourbillon. Quand il arrive presque au contact, il est au contraire repoussé par le gaz comprimé. Abandonné à lui-même, il trouve une position d'équilibre et se met à tourner rapidement; ainsi porté et mû par le tourbillon gazeux il peut acquérir de très grandes vitesses, séparé du stator en certains points par une fraction de millimètre seulement.



Une légère inégalité dans la répartition du débit entre les tuyères produit généralement un mouvement précessionnel au cours duquel l'axe décrit un cône très aigu à raison d'un tour en une demi-heure ou une heure. Le rotor produit un son d'axe de hauteur égale au nombre de tours par seconde N. Une perturbation brusque quelconque de ce rotor doit avoir ponr effet de lui faire prendre un mouvement de nutation de fréquence $\sqrt{\frac{I}{J}}$, I et J étant respectivement ses moments d'inertie autour de l'axe de révolution et d'un axe principal transverse; il en résulte que la

mesure de la vitesse par le seul son d'axe pouvait se trouver faussée par la nutation dans certains cas. Il a été nécessaire de contrôler par stroboscopie les mesures faites à l'aide du son d'axe.

Nous avons réalisé sur ce modèle trois types de turbines mues par l'air ou l'anhydride carbonique comprimés. Dans le premier modèle, le rotor a un diamètre d égal à 45^{mm}, un angle au sommet α du cône égal à 110°; le stator a un angle au sommet β de 80° et comporte un nombre n égal à 12 de tuyères de 2^{mm} de diamètre alimentées par de l'air comprimé à une pression p voisine de 2^{kg} par centimètre carré.

Dans l'essai au stroboscope, une lame vibrante qui donnait le la_3 à $\pm 2,5$ vibrations par seconde, chargeait un condensateur et le déchargeait dans un tube à néon. En augmentant progressivement la pression de l'air, on observe successivement trois immobilisations apparentes du rotor dont une moitié de la face supérieure est argentée et l'autre noircie.

Cet aspect d'immobilité peut être maintenu pendant plusieurs dizaines de minutes. La vitesse périphérique atteignait 185 m/s, la vitesse de rotation 1300 tours à la seconde. Un anneau de cuivre posé sur la turbine éclate. Ce modèle peut entraîner un miroir M de 4^{cm^2}.

Le second modèle a un rotor de $20^{mm},5$ de diamètre.

Le troisième modèle, encore utilisable pour des expériences d'optique peut recevoir un miroir à quatre pans en acier poli de 5 à 6^{mm} de côté. Ses caractéristiques sont : $d = 11^{mm},7$, $\alpha = 120^{\circ}$, $\beta = 80^{\circ}$, $n = 6$, p voisin de 3 kg-cm².

Posé sur le tourbillon gazeux, le rotor atteint en quelques secondes la vitesse de 1000 tours par seconde, puis s'accélère plus lentement. Nous avons pu le maintenir à 4000 tours par seconde sans arrêt, avec une vitesse bien constante pendant plusieurs heures. En augmentant la pression, nous avons accru sa vitesse au point que l'évaluation au son d'axe devient très difficile. Nous avons pu noter la seizième apparence d'immobilité du rotor avec un stroboscope à étincelles de fréquence voisine de 700. La vitesse de 11000 tours par seconde, soit 660000 tours par minute, a donc été dépassée.

Nous faisons construire des rotors en acier à haute résistance qui doivent supporter une vitesse d'un million de tours par minute.

Quand on force trop la pression, le rotor saute hors de son logement; il s'agit probablement d'un changement dans le régime d'écoulement du gaz, changement qui est souvent accompagné de la production d'un bruit intense.

La réunion de deux turbines complètes, montées symétriquement sur un même axe, a permis d'obtenir une fixité encore plus grande de l'axe de

rotation. Elle évite la production du phénomène ci-dessus, mais offre des difficultés de construction que ne présente pas le modèle simple, modèle dont la réalisation est facile.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Au sujet de l'utilisation des antidétonants.* Note de M. **P. Dumanois**, présentée par M. G. Kœnigs.

Nous avons eu l'occasion de montrer précédemment tout l'intérêt que présentaient les antidétonants à grande puissance, en empêchant que le phénomène de la combustion ondulatoire puisse se produire et en reculant ainsi la limite de compression jusqu'à celle résultant de l'auto-allumage par compression adiabatique.

Nous avons été conduit dès lors, à rechercher comment pouvait être interprétée l'action de ces corps.

De l'observation du fonctionnement mécanique des moteurs, il semble résulter que les antidétonants agissent pour diminuer les écarts dans la vitesse de combustion, en la régularisant, de telle façon, que les différentes particules de combustible peuvent brûler progressivement, sans être soumises à des élévations brutales de pression et de température, qui produisent un véritable cracking. Cette hypothèse est basée sur les faits suivants :

Lorsqu'on emploie un combustible qui donne lieu au phénomène de détonation, des encrassements se produisent dans les moteurs, spécialement dans les bougies, par suite de la libération de carbone qui brûle difficilement; les dépôts de carbone peuvent être même suffisants, soit pour entraver le fonctionnement, soit pour causer des allumages prématurés. Lorsqu'on introduit un antidétonant, on constate la disparition complète des encrassements; les différentes particules ont donc eu le temps de brûler complètement, sans donner lieu à la production de carbone libre.

Une autre conséquence de ce fait est que la durée totale de combustion de la charge est plus faible; il en résulte une augmentation des limites extrêmes dans la proportion de combustible et de comburant donnant lieu à une combustion correcte à l'intérieur du moteur, sans crainte de retour au carburateur; il est donc possible de marcher avec des mélanges plus pauvres.

En partant de ces considérations, nous avons été conduit à rechercher si la présence d'antidétonants à grande puissance, tel que le plomb tétraéthyle en particulier, ne permettrait pas, par suite de la régularité plus grande de

combustion ainsi obtenue, d'utiliser dans les moteurs usuels, des combustibles plus lourds que l'essence. Nous avons eu, en effet, l'occasion de montrer précédemment qu'en employant l'alcool carburé au pétrole lampant, il était possible d'obtenir un fonctionnement régulier avec un mélange de 70 pour 100 d'alcool et 30 pour 100 de pétrole lampant, ce résultat étant attribué au double rôle de l'alcool comme solvant du pétrole, et comme antidétonant.

Nous avons donc été conduit à rechercher si, par l'emploi de plomb tétraéthyle, on ne pourrait pas arriver à un résultat identique, en remplaçant, comme solvant du pétrole lampant, l'alcool par l'essence de pétrole.

Les résultats obtenus ont été les suivants : avec une automobile ayant un moteur de 10 HP de 68^{mm} d'alésage, de 100^{mm} de course, ayant une compression volumétrique de 4,5, un combustible composé d'un mélange de 50 pour 100 d'essence et 50 pour 100 de pétrole lampant, 1,5 pour 1000 de plomb tétraéthyle permet, sans modification du moteur, un excellent fonctionnement sans chocs ni encrassement et avec une consommation équivalente à celle obtenue avec l'essence. Les mêmes résultats ont été obtenus, avec la même proportion d'antidétonant, en utilisant un combustible constitué par l'ensemble des produits passant, avant 280°, à la distillation d'un pétrole brut, contenant 40 pour 100 d'essence, et correspondant à 70 pour 100 en volume, de ce pétrole brut. Sur une autre voiture ayant un moteur 12 HP, de 75^{mm} d'alésage, 130^{mm} de course, avec compression volumétrique de 4,6, la limite au delà de laquelle le fonctionnement cesse d'être satisfaisant est d'environ 30 pour 100 de pétrole lampant.

La différence des résultats obtenus confirme les hypothèses déjà émises sur l'influence du point d'allumage; dans le premier moteur, l'allumage se fait, en effet, par bougie centrale au fond de la culasse, alors que dans le second il se fait latéralement.

Par ailleurs, sur cette dernière voiture, des essais ont été faits avec la compression 6, en utilisant un mélange d'essence et de pétrole lampant, dans la proportion de 80/20 avec 3 millièmes de plomb tétraéthyle. Les résultats ont été également satisfaisants.

Les essais ont eu lieu pendant l'hiver et ont porté sur des parcours totaux respectifs de 400^{km} pour la première voiture, et 3000^{km} pour la seconde.

La seule difficulté rencontrée par temps très froid a été relative à la mise en route; il était nécessaire de laisser chauffer la voiture pendant quelques minutes avant de démarrer.

Ces essais laissent donc supposer qu'il est possible, par l'emploi d'antidétonants, d'utiliser des essences sensiblement plus lourdes que les essences usuelles.

L'intérêt d'un tel combustible serait soit de simplifier le raffinage, soit de permettre l'utilisation d'une proportion assez considérable de pétrole lampant dans les moteurs existants, ce qui aurait l'avantage d'augmenter les sources possibles de combustible pour moteur d'automobile, tout en diminuant la valeur de l'argent exporté, et de faciliter l'écoulement des pétroles lampants dans le cas du raffinage en France du pétrole brut.

Enfin, on conçoit que la combinaison des antidétonants et de l'augmentation de compression puisse permettre d'envisager la réalisation d'un moteur standard, susceptible d'utiliser dans de bonnes conditions les combustibles que l'on pourrait obtenir en France, ou se procurer à l'étranger : essence, pétrole, alcool et gaz de gazogène.

MAGNÉTISME. — *Sur une anisotropie magnétique artificielle du nickel. Acquisition d'un état à cycle particulièrement simple.* Note de M. **R. Forrer.**

J'ai montré ([1]) qu'un traitement spécial fait apparaître dans le cycle d'aimantation du nickel deux grands phénomènes de discontinuité (S_1, S_2, *fig.* 5).

L'aspect de ces cycles a fait supposer que dans la matière ainsi préparée le nickel existe dans deux états de champs coercitifs différents.

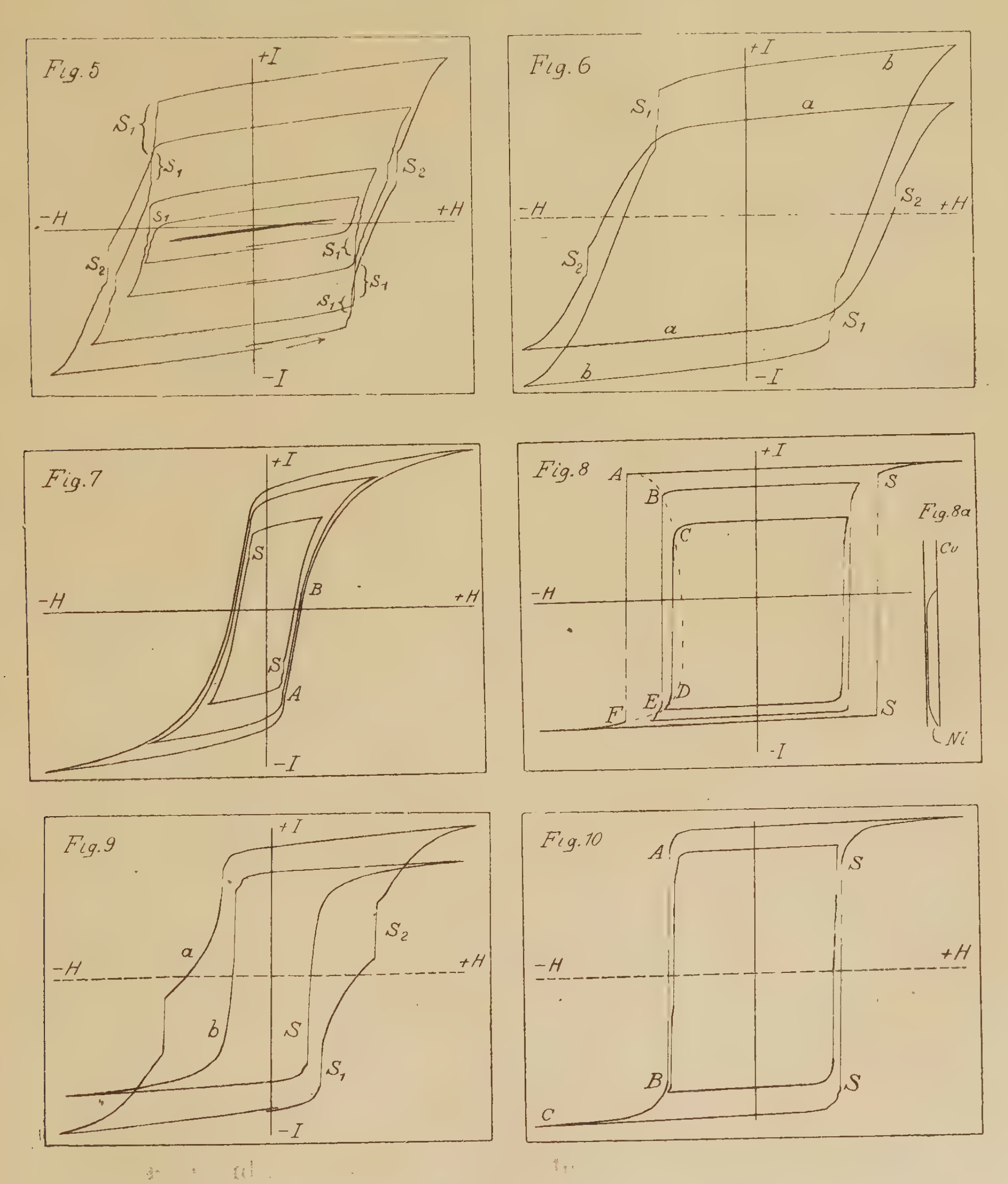
J'ai obtenu un état plus simple par les opérations suivantes : le fil de nickel ($l = 50^{mm}$, $d = 1^{mm}$) étiré est courbé autour d'une poulie d'un diamètre de 5^{mm}, en tirant très fortement. Le fil garde une faible courbure; et si on l'introduit dans la bobine (diamètre intérieur : 3^{mm}), il est presque complètement redressé par une déformation élastique.

On obtient alors le cycle *a* de la figure 6 avec le deuxième saut S_2 seulement.

Par le même traitement, mais en effectuant la flexion au moyen d'une traction aussi douce que possible, on obtient un état (*fig.* 6, *b*) avec le premier saut S_1 seulement, placé au commencement de la branche ascendante. Cet état m'a semblé être le plus simple atteint jusqu'à présent. Ses cycles de limites plus étendues (*fig.* 7) présentent après le saut S des branches rectilignes, inclinées et parallèles (*fig.* 7, AB) qui font penser que seul le champ démagnétisant limite dans cette substance la grandeur des sauts.

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1253.

J'ai donc traité un fil plus fin ($0^{mm},22$ de diamètre) de la même façon (recuit, étiré à la rupture, courbé 3 fois autour d'une poulie d'un diamètre



de $1^{mm},8$). Pour protéger ce fil légèrement courbé contre des traitements accidentels, je l'ai introduit dans un tube de cuivre (diamètre intérieur : 2^{mm}).

Les cycles de la figure 8 montrent le résultat attendu : Les côtés réversibles sont peu inclinés, rigoureusement droits et parfaitement parallèles entre eux. Le saut est devenu très grand (SS). Il occupe presque toute la hauteur du cycle (97 pour 100). La partie irréversible de l'aimantation se renverse brusquement presque tout entière, ce qui confirme d'une façon très nette la théorie de l'aimantation spontanée de M. Weiss.

J'appelle *champ critique* le champ qui renverse une aimantation orientée (cas des sauts S), l'expression « champ coercitif » continuant à désigner le champ qui annule l'aimantation.

Dans la figure 8 le champ critique des grands cycles est bien plus grand que celui des petits. De la courbe ABCDEF, tracée en pointillé, sur laquelle se placent les points anguleux, résulte l'explication du mécanisme des sauts : aux points A, B, C, l'aimantation devient instable et saute brusquement en D, E, F situés sur la partie stable de la courbe.

J'ai pu établir, par des expériences méthodiques, que cette variabilité du champ critique tient à ce que le champ critique est plus grand dans le fil à courbure naturelle (*fig.* 9, *a*) qu'après le redressement élastique (*fig.* 9, *b*), qui était resté incomplet dans les expériences précédentes. Il intervient encore dans l'explication complète le fait que le champ critique est plus grand pour une substance d'étendue indéfinie, uniformément aimantée que pour une substance dans laquelle le retournement bout pour bout a commencé. Je développerai ailleurs cette démonstration.

Pour obtenir une matière avec des propriétés uniformes, il faut donc donner au nickel étiré et courbé une forme *exactement rectiligne par déformation élastique*. A cet effet je l'ai introduit dans un tube capillaire. La figure 10 donne les cycles pour deux limites du champ; les côtés réversibles (étudiés jusqu'à 100 g.) restent rigoureusement réversibles et parfaitement parallèles entre eux. Le gradient du côté réversible est une constante définie. Après une petite partie courbée voisine de A se produit le renversement AB de l'aimantation spontanée dont le champ critique est maintenant presque le même pour le grand et le petit cycle. On atteint le côté réversible en passant par un raccord curviligne BC qui provient, comme la courbure en A, de ce que le champ démagnétisant augmente vers les bouts.

Des traitements systématiques ont conduit aux résultats suivants. La *flexion seule* autour de cylindres de plus en plus petits rend d'abord droite la partie réversible. La partie irréversible se relève de plus en plus, son champ coercitif grandit et atteint une limite d'environ 9 g. Le même traitement appliqué au nickel *étiré* (champ coercitif très grand) fait

apparaître des sauts, diminue l'inclinaison de la réversibilité et diminue le champ coercitif jusqu'à la même limite de 9 g. Nous aboutissons donc à la substance bien définie de la figure 10 avec un certain minimum de l'inclinaison de la partie réversible et avec un champ critique bien déterminé (9 g.).

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'effet de pôle des raies du baryum et du néodyme dans la partie visible du spectre.* Note [1] de M. **Josef Mikulas Mohr**, présentée par M. H. Deslandres.

Quoique la découverte de l'effet de pôle, par Goos [2] d'une part et St. John et Bacbock [3] d'autre part, remonte à 1913, la question est loin d'être complètement connue et éclaircie. Cependant un fait certain est que, avec les électrodes du métal, l'effet est plus grand au pôle positif qu'au pôle négatif; avec les sels l'effet est le plus grand au pôle négatif. Ce déplacement au pôle positif avec une électrode du métal est presque le même, en grandeur et signe, qu'au pôle négatif avec une électrode en charbon [4]. Cet effet, que j'appellerai « effet des électrodes », semble être tout à fait général.

Dans la présente Note, j'étudie l'effet de pôle sur des raies du baryum et du néodyme dans l'arc au charbon tel qu'on l'utilise pour toutes les mesures spectroscopiques; ces raies présentent un intérêt particulier en physique solaire. J'ai fait usage dans ce travail du spectrographe interférentiel de M. Perot.

L'arrangement expérimental permet de comparer au même moment les lumières de deux parties d'un même arc. L'étalon interférentiel est traversé simultanément par deux faisceaux issus l'un du pôle, l'autre de la partie centrale de l'arc. Ces deux faisceaux traversent des diaphragmes complémentaires de telle sorte que l'un d'eux donne uniquement les premiers anneaux et l'autre les anneaux suivants. On est ainsi à l'abri des erreurs qui pourraient venir d'une variation de l'étalon si l'on faisait deux poses successives, l'une pour le pôle, l'autre pour le centre de l'arc. Le courant

---

(1) Séance du 27 avril 1925.

(2) Goos, *Weiterer Beitrag zur Feststellung eines Normal-systems von Wellenlängen im Bogenspektrum des Eisens* (*Zs. für wiss. Photog.*, 12, 1913, p. 259).

(3) St. John et Babcock, *A study of the pole-effect in the iron arc* (*A. P.*, 42, 1915, p. 231).

(4) R.-E. Harris, *Pole-effect and pressure shift in the lines of the spectra of zinc and of calcium* (*A. P.*, 59, 1924, p. 261).

employé a toujours été 6 ampères, la distance des électrodes 15mm, l'électrode positive est à mèche, sur son cratère on a mis les sels étudiés : chlorure et sulfate de baryum, chlorure de néodyme.

D'après Saunders (1) on distingue dans le spectre du baryum trois systèmes de séries : systèmes de triplets, de doublets et de raies simples. Mais la liaison entre l'effet de pôle et les raies dans une série n'apparaît pas, comme dans le cas du calcium où la plupart des raies appartiennent à des séries dissymétriques. Les raies du baryum dont les effets mesurés oscillent entre 0,000 et 0,003 Å pour le pôle négatif et sont presque nuls au pôle positif, pourraient être appelées « raies neutres » puisque aucune des causes qui déplacent généralement les raies n'agissent sensiblement sur elles. Pour le néodyme nous ne connaissons pas de séries. L'effet de pôle pour ses raies est également faible. Les raies du calcium, que j'ai mesurées comme raies d'impureté, donnent des valeurs en accord avec les résultats de Gale et Whitney (2) et de Harris ; cela confirme les idées de Gale que l'effet de pôle n'est pas dû à la densité des vapeurs.

Tableau de l'effet de pôle des raies du baryum.

Raies.	S.	Nég.-Centre.	Pos.-Centre.
Å		Å	Å
6527,32....	*c*	+0,003	0,000
6498,77....	*c*	+0,002	0,000
6496,91....	»	+0,003	0,000
6482,92....	»	+0,002	0,000
6450,85....	*c*	+0,003	0,000
6341,69....	*c*	+0,003	0,000
6141,75....	»	+0,008	+0,002
6110,81....	$3d - 3p_1$	+0,006	+0,002
6063,15....	$3d_2 - 3p_1$	+0,006	+0,001
6019,49....	$3d_3 - 3p_3$	+0,004	0,000
5997,10....	$3d_3 - 3p_2$	+0,003	+0,001
5971,72....	$3d_2 - 3p_1$	+0,002	0,000
5853,69....	»	+0,003	+0,001
5849,28....	»	+0,002	0,000
5826,30....	$3D - 4\Delta P$	+0,002	+0,001
5777,77....	$2p_1 - 4d_1$	−0,005	0,000
5535,50....	$2p_2 - 4d_3$	−0,005	0,000

(1) Saunders, *Revision of the series in the spectrum of baryum* (*A. P.*, 51, 1920, p. 23).

(2) Gale et Whitney, *On the pole effect in a Calcium arc* (*A. P.*, 43, 1916, p. 161).

Raies.	S.	Nég.-Centre.	Pos.-Centre.
Å		Å	Å
4934,09....	$2P_2 - 1,5S$	+0,003	+0,001
4877,65....	»	+0,003	+0,001
4726,46....	3D — 4P	+0,003	0,000
4673,62....	»	—0,005	—0,001
4573,88....	»	+0,004	+0,001
4554,04....	$2P_1 - 1,5S$	+0,003	+0,001
4431,93....	»	+0,003	+0,001
4402,55....	»	+0,003	+0,001
4283,11....	$3d_3 - 4P$	+0,003	0,000
4130,68....	$2P_1 - 4D_1$	+0,005	+0,002

S désigne les séries, d'après la notation dans le *Handbuch* de Kayser, t. 7.

Tableau de l'effet de pôle des raies du néodyme entre 3960-4177 Å.

Raies.	Nég.-Centre.	Pos.-Centre.
Å	Å	Å
4177,49....................	+0,004	+0,002
4156,34....................	+0,004	—0,003
4109,64....................	+0,003	+0,002
4075,36....................	+0,003	+0,001
4069,42....................	+0,005	—0,003
4060,10....................	+0,002	0,000
4040,93....................	+0,004	+0,001
4031,95....................	+0,006	+0,003
4023,16....................	+0,007	+0,003
4021,91....................	+0,004	+0,001
4021,47....................	+0,004	+0,001
4021,03....................	+0,003	+0,001
4012,44....................	+0,003	+0,001
3994,84....................	+0,007	+0,003
3991,91....................	+0,004	+0,001
3990,27....................	+0,003	0,000
3973,60....................	+0,005	+0,002
3973,43....................	+0,006	+0,002

Comme raies d'impureté ont été mesurées deux raies du praséodyme :

Raies.	Nég.-Centre.	Pos.-Centre.
Å	Å	Å
4046,80....................	—0,003	0,000
3960,75....................	+0,007	+0,003

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une méthode d'analyse par absorption des rayonnements radioactifs.* Note de M[me] **J.-S. Lattès**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans une Note précédente (¹), nous avons donné les résultats de l'analyse, par absorption dans le platine, du rayonnement total du radium. Nous résumerons ici la technique employée, qui est tout à fait générale et peut s'appliquer à la décomposition de n'importe quel rayonnement complexe.

Le dispositif expérimental, précedemment décrit en détail (²), comporte essentiellement (voir la figure) : la source S, l'électro-aimant M produisant le champ magnétique destiné à dévier les rayons β, et la chambre d'ionisation C. Un circuit extérieur permet d'annuler le champ rémanent.

On peut utiliser ce dispositif de différentes manières suivant la disposition du radiateur R d'épaisseur fixe et des écrans absorbants E d'épaisseur variable (écrans d'analyse), et suivant la valeur du champ magnétique. Le tableau suivant résume les cinq conditions dans lesquelles on a étudié les courbes d'absorption $\log I = f(m/s)$ (logarithme de l'intensité en fonction de la masse superficielle des écrans d'analyse).

Ce tableau montre que : 1° Le rayonnement γ primaire est mis en évidence isolément par le dispositif 5 : $(I_5 = I_\gamma)$; — 2° $I_3 - I_4$ représente, à partir de l'épaisseur fixe du radiateur R, le rayonnement β excité par le rayonnement γ primaire dans le radiateur, soit y_β. On peut donc analyser ce rayonnement isolé et le représenter par une équation convenable permettant de l'extrapoler aux épaisseurs inférieures à celles du radiateur R. Cet artifice de calcul est nécessaire, aucune méthode expérimentale ne pouvant séparer directement les rayons β primaires des rayons β secondaires. Il permet de passer de y_β, $(m/s > R)$, à Y_β, (m/s quelconque); — 3° $I_1 - I_2$ représente le rayonnement β total, tant primaire que secondaire, soit $I_\beta + Y_\beta$. En retranchant de cette expression la valeur de Y_β que l'on vient de calculer, on obtient le rayonnement β primaire isolé, I_β; — 4° Enfin $I_2 - I_5$ donnerait le rayonnement secondaire électromagnétique Y_γ excité dans les écrans par les rayons β primaires, mais sa valeur est, au moins dans les cas étudiés par nous jusqu'ici, inférieure aux erreurs expérimentales.

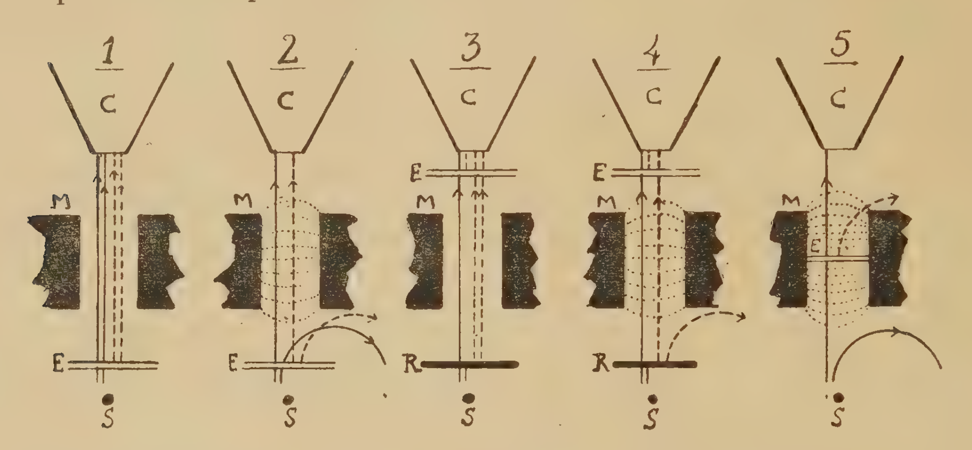
On peut donc isoler ainsi les différents types de rayons que l'on rencontre dans l'analyse de tout rayonnement. Il ne reste plus qu'à décomposer, par les méthodes habituelles, les rayonnements totaux de chaque type, afin

(¹) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1023.

(²) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 867 et 963; **177**, 1923, p. 798.

Dispositif.			Rayonnement primaire		Rayonnement secondaire.				Intensité effectivement mesurée dans la chambre C au total.
					γ excité par β		β excité par γ		
N°.	Champ magnétique.	Écrans.	électro-magnétique. I_γ.	corpusculaire. I_β.	dans le radiateur R. y_γ.	dans les écrans E. Y_γ.	dans le radiateur R. y_β.	dans les écrans E. Y_β.	
1...	nul	pas de radiateur, écrans juste sur la source S	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	pas de radiateur R	entre dans la chambre C	pas de radiateur R	entre dans la chambre C	$I_1=I_\gamma+I_\beta+Y_\gamma+Y_\beta$
2...	2000 gauss		entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	est dévié dès sa sortie des écrans E	pas de radiateur R	entre dans la chambre C	pas de radiateur R	dévié dès sa sortie des écrans E	$I_2=I_\gamma+Y_\gamma$
3...	nul	un radiateur R d'épaisseur fixe sur la source S, écrans E d'analyse sous chambre C	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	entièrement absorbé par le radiateur R	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	n'existe pas, les rayons excitateurs n'atteignant pas les écrans E	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	entre dans la chambre C	$I_3=I_\gamma+y_\gamma+y_\beta+\beta Y$
4...	2000 gauss		entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	entièrement absorbé par le radiateur R	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	n'existe pas, les rayons excitateurs n'atteignant pas les écrans E	dévié dès sa sortie du radiateur R	entre dans la chambre C	$I_4=I_\gamma+y_\gamma+Y_\beta$
5...	2400 gauss	pas de radiateur, écrans E à mi-hauteur des pièces polaires	entre dans la chambre C après absorption partielle par les écrans E	est dévié avant d'atteindre les écrans E	pas de radiateur R	n'existe pas, les rayons excitateurs n'atteignant pas les écrans E	pas de radiateur R	dévié dès sa sortie des écrans E	$I_5=I_\gamma$

d'en tirer des groupes définis caractérisés par des coefficients d'absorption indépendants de l'épaisseur traversée.



Cette analyse montre qu'à chaque groupe défini de rayons primaires γ correspond un groupe défini de rayons secondaires β. Elle légitime d'autre part le calcul théorique suivant de l'intensité du rayonnement secondaire :

Soit un écran d'épaisseur z, absorbant, avec un coefficient déterminé μ, un groupe défini de rayons. Considérons dans cet écran, à la profondeur x, une tranche élémentaire d'épaisseur dx. La perte d'intensité du rayonnement primaire dans cette tranche est

$$dI = \mu I_0 e^{-\mu x} dx.$$

Supposons que la quantité élémentaire dJ de rayonnement secondaire qui prend naissance dans la tranche dx soit proportionnelle à la perte d'intensité dI du rayonnement primaire dans cette même tranche, nous écrirons :

$$dJ = k\, dI = k \mu I_0 e^{-\mu x} dx.$$

Mais cette quantité élémentaire du rayonnement secondaire doit, pour sortir de l'écran, traverser encore l'épaisseur $z - x$, avec un coefficient d'absorption μ'. Nous aurons donc à la sortie de l'écran la quantité élémentaire de rayonnement secondaire :

$$dY = e^{-\mu'(z-x)} dJ = k \mu I_0 e^{-\mu' z} e^{\pm(\mu-\mu')x} dx.$$

Intégrons de o à z

$$Y = k \mu I_0 e^{-\mu' z} \int_0^z e^{\pm(\mu-\mu')x} dx \quad \frac{k I_0}{\frac{\mu'}{\mu} - 1} (e^{-\mu z} - e^{-\mu' z}).$$

Introduisons maintenant la masse superficielle $\frac{m}{s}$ et le coefficient massique $\frac{\mu}{\rho}$. Il vient, en appelant K le facteur de la parenthèse :

$$Y = \pm K \left(e^{-\frac{\mu}{\rho}\frac{m}{s}} - e^{-\frac{\mu'}{\rho}\frac{m}{s}} \right) \quad (\pm \text{ suivant que } \mu' \gtrless \mu),$$

expression générale de l'intensité du rayonnement secondaire.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le spectre magnétique de rayons β de grande vitesse du radium* B + C. Note (1) de M. J. d'Espine, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons signalé (2), M. Yovanovitch et moi, l'existence de rayons β de très grande vitesse pour le mésothorium II et pour le thorium B + C. J'ai entrepris une étude semblable pour les rayons β du radium B + C.

L'existence de rayons β rapides émis par le radium C avait déjà été signalée par Danysz (3) et par Rutherford et Robinson (4). Danysz avait trouvé deux raies correspondant, l'une à la vitesse (exprimée par rapport à celle de la lumière) $\beta = 0,988$, de $H\rho = 10850$, l'autre à la vitesse $\beta = 0,996$ de $H\rho = 18900$. Rutherford et Robinson avaient trouvé tout une série de raies relativement fortes jusqu'à $H\rho = 9965$, et au delà ils avaient trouvé des traces de radiations faibles jusqu'à $H\rho = 20000$. Ellis, dans une publication récente (5) a trouvé avec des mesures plus précises $H\rho = 10020$ au lieu de $H\rho = 9965$ pour la raie signalée par Rutherford et Robinson.

Les expériences que je viens de faire confirment l'existence de deux raies pour lesquelles $H\rho = 9960$ et $H\rho = 10700$. J'ai également trouvé au delà une bande de rayons rapides comprise entre les valeurs $H\rho = 15000$ et $H\rho = 27000$; cette bande, bien que très faible, a été mesurée sur toute une série de clichés obtenus avec différents champs magnétiques. L'aspect de la bande montre qu'elle est composée de plusieurs groupes de rayons. Ces rayons traversent très facilement des écrans minces d'aluminium mis sur la plaque photographique.

Dispositif expérimental. — J'ai employé deux appareils différents à déviation magnétique. Le premier était le même que l'appareil utilisé par M. Yovanovitch et moi pour les spectres du mésothorium II et du thorium B + C, où un faisceau étroit de rayons β déterminé par une source linéaire et une fente étroite en plomb parallèle à la source tombe sur une plaque photographique placée à quelques centimètres de distance de la

(1) Séance du 27 avril 1925.

(2) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1162; 180, 1925, p. 202.

(3) J. Danysz, *Le Radium*, 1913, 10, p. 4, et O. von Baeyer, *Jahrb. Rad. u. Elektr.*, 1914, 11, p. 66.

(4) Rutherford et Robinson, *Phil. Mag.*, 26, 1913, p. 717.

(5) C.-D. Ellis, *Proc. Cambr. Phil. Soc.*, 32, septembre 1924, p. 369.

fente. Le deuxième appareil était du même type mais de dimensions beaucoup plus grandes; la distance de la plaque à la source pouvait atteindre jusqu'à 20cm, ce qui permettrait d'obtenir une forte dispersion et une grande exactitude dans les mesures. Les parois de l'appareil étaient doublées d'aluminium. Un tel appareil a l'avantage de diminuer l'effet des rayons secondaires et de donner par là beaucoup de contraste aux clichés photographiques. Le champ magnétique était produit par deux cadres de Helmholtz de 34cm de rayon moyen permettant d'obtenir une région très étendue de champ uniforme.

Les sources radioactives étaient des ampoules de verre à parois très minces (de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur) contenant 50 à 100 millicuries de radon, préparées suivant un procédé qui sera décrit ultérieurement [1].

L'étalonnage du champ magnétique était fait en utilisant comme étalon la raie forte du Ra B, $H\rho = 1938$, mesurée avec une haute précision par Ellis et Skinner [2].

Toutes les expériences étaient faites dans un vide de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de millimètre, suffisant pour éviter la dispersion des rayons β.

Résultats. — Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau qui suit :

Rayons β *du radium* B + C.

Vitesse des rayons rapportée à celle de la lumière $\beta = \frac{v}{c}$.	Intensité.	Énergie en volts.	$H\rho$ (gauss × cm).	$H\rho$ de Ellis.	$H\rho$ de Rutherford et Robinson.	$H\rho$ de Danysz.
entre 0,998 et 0,994 [a]	très faible	entre 7600000 et 4000000	entre 27000 et 15000	—	jusqu'à 20000 raies faibles	18900
0,988 [b].	moyenne	2740000	10700	—	—	10850
0,986 [c].	»	2523000	9960	10020	9965	—
0,961...	»	1336000	5912	5904	—	—
0,889...	»	601000	3289	3271	—	—
0,869...	assez forte	520500	2982	2980	—	—
0,806...	moyenne	350000	2306	2307	—	—
0,800...	forte	338600	2259	2256	—	—
0,765...	moyenne	280900	2013	2015	—	—
0,752...	très forte	263800	1938	1938	1925	1935
0,724...	moyenne	228300	1778	1774	—	—
0,702...	très forte	206000	1673	1677	1660	1690
0,638...	»	151700	1404	1410	1392	1418

([a]) Bande de rayons rapides. — ([b]) Tête de bande. — ([c]) 2e tête de bande.

(1) Je suis redevable de la préparation de ces ampoules à M. Yovanovitch à qui j'adresse ici mes vifs remercîments.

(2) Ellis et Skinner, *Proc. Roy. Soc.*, série A, vol. 105, janvier 1924, p. 60.

Remarque. — Pour le calcul des résultats, on n'a pas tenu compte du ralentissement des rayons β dû aux parois minces des ampoules. Ce point sera discuté dans un travail ultérieur. Je ne pense pas que cette correction apporte de grandes modifications aux valeurs de ce tableau.

Dans ce tableau figurent aussi plusieurs des groupes principaux des rayons β du radium B et du radium C que j'ai retrouvés en très bonne concordance avec les valeurs d'Ellis.

J'ai commencé aussi des expériences avec un appareil à foyer du type employé par les auteurs précédents. Les premiers clichés ont déjà confirmé l'existence de raies faibles au-dessus de $H\rho = 10000$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'oxydation chromique comparée et la structure moléculaire : dérivés taririques et stéaroliques.* Note de M. **Louis-Jacques Simon.**

La méthode d'oxydation chromique comparée permet-elle de distinguer deux monoacides non saturés isomères à choix linéaire ? C'est pour donner une réponse à cette question qu'ont été entreprises les expériences actuelles.

Le groupe choisi a été celui des acides taririque et stéarolique $C^{18}H^{32}O^2$ acétyléniques et des acides éthyléniques correspondants $C^{18}H^{34}O^2$. L'acide stéarique $C^{18}H^{36}O^2$ est l'acide saturé terme de leur hydrogénation.

Les résultats ont été inscrits dans le tableau suivant avec les notations antérieurement indiquées; pour les mesures d'oxydation chromique (C_1) on a employé 4^g d'anhydride chromique, la durée de chauffe à 100° étant de 4 minutes; pour les mesures au bichromate d'argent (C_2) on a employé 4^g de cet oxydant et la durée de chauffe à 100° a été de 30 minutes.

Conclusions. — I. L'accord entre C_2 et C, c'est-à-dire l'accord avec la valeur théorique de celle qu'on peut déterminer par l'emploi de bichromate d'argent est très suffisant pour les substances *pures : cette technique reçoit donc de ces mesures une nouvelle confirmation.*

II. Les valeurs de C_1 sont distinctes de C. Les valeurs de Δ sont comprises entre 0,9 et 1,5, c'est-à-dire inférieures à 2 : elles constituent donc une nouvelle confirmation de l'opinion que le résidu non gazéifié par l'oxydation chromique renferme deux atomes de carbone et est très vraisemblablement l'acide acétique.

Pour une chaîne linéaire il doit donc y avoir un déficit maximum de deux atomes de carbone. Corrélativement le déficit est supérieur comme le

Substance.	Tf.	Symbole.	C_1.	C_2.	C	Δ.
Ac. stéarique I	69°	$CH^3-(CH^2)^{16}-CO^2H$	70,55-70,0	75,3 -75,03	76,05	1,37
» II	69	»	70,25-69,86	75,74-75,45	»	1,42
» III	69	»	70,2 -70,5	75,4 -75,07	»	1,35
» IV	67-68	»	68,8 -68,2	73,95-73,1	»	1,81
Stéarate d'éthyle	36,5	$CH^3-(CH^2)^{16}-CO^2C^2H^5$	64,13-64,48	76,2 -76,7	76,9	3,27
Ac. taririque	51	$CH^3-(CH^2)^{10}-C\equiv C-(CH^2)^4-CO^2H$	72,05	77,6 -77,5	77,16	1,19
Tarirate de méthyle	liq.	$CH^3-(CH^2)^{10}-C\equiv C-(CH^2)^4-CO^2CH^3$	72,32	77,2 -77,4	77,5	1,27
Tarirate d'éthyle	liq.	$CH^3-(CH^2)^{10}-C\equiv C-(CH^2)^4-CO^2C^2H^5$	66,7 -66,42	77,0 -76,8	77,9	2,91
Taririne	50,5	$C^3H^5(C^{18}H^{31}O^2)^3$	72,3 -73,1	77,2 -77,5	77,9	1,26×3
Ac. taréläidique	54	$CH^3-(CH^2)^{10}-CH=CH-(CH^2)^4-CO^2H$	72,27-71,55	75,9 -76,0	76,6	1,10
Ac. taroléique	28-30	»	70,43 (1)	75,7-76-75,08-74,8	76,6	1,45
Ac. cétotaririque	75	$CH^3-(CH^2)^{10}-CO-CH^2-(CH^2)^4-CO^2H$	68,6 (2)	71,6 (3)	72,5	0,97
Ac. dioxytaririque	96	$CH^2-(CH^2)^{10}-CO-CO-(CH^2)^4-CO^2H$	65,9	68,4	69,2	0,86
Ac. stéarolique I	47,5	$CH^3-(CH^2)^7-C\equiv C-(CH^2)^7-CO^2H$	71,55	77,1-76,5	77,16	1,3
» II	47	»	71,98	76,9	»	1,2
Stéarolate acide de sodium		$C^{17}H^{31}CO^2Na\,C^{17}H^{31}CO^2H$	67,93	73,8-74,2	74,2	1,5 ×2
Stéarolate de méthyle	liq.	$CH^3-(CH^2)^7-C\equiv C-(CH^2)^7-CO^2CH^3$	72,5-72,1	76,8-77,1-76,8	77,5	1,27
Stéarolate d'éthyle	liq.	$CH^3-(CH^2)^7-C\equiv C-(CH^2)^7-CO^2C^2H^5$	65,1-65,3-65	77,5-77,3	77,9	3,27
Ac. élaïdique	44	$CH^3-(CH^2)^7-CH=CH-(CH^2)^7-CO^2H$	71,3-71,8	76,7-76,3-76,8	77,6	1,19
Élaïdate acide de potassium		$C^{17}H^{33}CO^2K.C^{17}H^{33}CO^2H$	67,85	71,5-71,9	71,76	0,98×2
Elaïdine	44,5	$C^2H^5(C^{18}H^{33}O^2)^3$	71,3 (4)	75,5-75,9	77,4	1,5 ×3
Ac. oléique	14	$CH^3-(CH^2)^7-CH=CH-(CH^2)^7-CO^2H$	71,1-70,9	76,4-76,3	76,6	1,32
Oléate de baryum I		$(C^{18}H^{33}O^2)^2Ba$	55-55,7	61,5-61,4	61,8	
» II		»	58,54 (5)	62,1-61,6-61,9-62,1	»	0,94×2
Ac. cétostéarique	69,5	$CH^3-(CH^2)^7-CO-CH^2-(CH^2)^7CO^2H$	69,1-68,6	71,7-71,5-71,7	72,5	0,90
Ac. dioxystéarique	130	$CH^3-(CH^2)^7-CO-CO-(CH^2)^7-CO^2H$	63,6 (6)	68,7-68,4	69,2	1,45
Ac. béhénolique	58	$CH^3-(CH^2)^7-C\equiv C-(CH^2)^{11}-CO^2H$	72,6 (7)	78,2-78,3-77,9-78,3	78,6	1,68

(1) Moyenne de 8 expériences comprises entre 69,55 et 71,1.
(2) » 5 » 68,2 et 68,9.
(3) » 5 » 71,5 et 71,8.
(4) » 5 » 71,1 et 71,7.
(5) Moyenne de 5 expériences comprises entre 58,2 et 58,7.
(6) » 4 » 63,4 et 63,9.
(7) » 5 » 72,2 et 72,7.

montre le tableau pour les éthers éthyliques (stéarique, taririque et stéarolique) qui renferment deux chaînes linéaires distinctes.

III. La comparaison que nous avions en vue n'a pas donné de conclusions définitives : pour les *substances présentant des garanties suffisantes de pureté*, il n'y a pas d'écarts suffisants et systématiques entre les valeurs de Δ. Entre deux acides stéréoisomères comme les acides oléique et élaïdique, les valeurs de Δ (1,32 et 1,19) montrent le même écart qu'entre les acides de structure différente comme les acides taririque et stéarolique (1,19 et 1,30), tarélaïdique et élaïdique (1,10 et 1,19). La pureté joue un rôle décisif comme le peuvent montrer quelques exemples.

1° Les échantillons I, II et III d'acide stéarique étaient purs et fondaient à 69° : ils provenaient respectivement de l'hydrogénation des acides stéarolique, taririque et iodotaririque effectuée par M. Arnaud. L'échantillon IV moins pur provenait probablement de la stéarine et fondait à 67-68°. Les valeurs de Δ sont concordantes pour les trois premiers; pour le quatrième la valeur de Δ s'écarte beaucoup.

2° Trois échantillons d'oléate de baryum ont été examinés : l'un (I) provenait de la collection du laboratoire, le second (II) a été préparé soigneusement à partir de l'huile d'olive et analysé immédiatement; un troisième avait été préparé à partir d'un acide commercial et était impur. Le tableau montre que pour le premier échantillon la valeur de Δ serait double de celle que fournit le produit pur.

3° L'acide taroléique examiné provenait de la collection du laboratoire. D'après l'étiquette, de la main de M. Arnaud, cet acide avait été extrait des graines de persil et devait donc être identique à l'acide pétrosélinique de Vongerichten et Kohler. Il fondait à 28-30° et se solidifiait à 17°. Les chiffres fournis par l'oxydation argentochromique, contrôlés par l'analyse organique habituelle, donnent de sa pureté une opinion passable mais encore insuffisante pour avoir confiance dans l'exactitude de la valeur de Δ qu'il fournit 1,45 qui s'écarterait notablement de son stéréoisomère tarélaïdique 1,10.

La même indécision s'impose pour le cas des acides dioxytaririque et dioxystéarique (0,86 et 1,45).

En résumé : la méthode d'oxydation argentosulfochromique s'applique aux corps examinés, le déficit d'oxydation chromique est compris dans des limites acceptables, mais on ne peut tirer, au moins pour ce groupe de substances riches en carbone et difficiles à obtenir très pures, de conclusions décisives en ce qui concerne les rapports de la structure et de l'oxydation chromique comparée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les méthylalcoylglycérines.* Note de MM. **Raymond Delaby** et **Georges Morel**, présentée par M. A. Béhal.

Les méthylalcoylglycérines $CH^3.(CHOH)^3.R$ ont été entrevues en 1908 par J. Reif [1] dans l'oxydation permanganique des propénylalcoylcarbinols $CH^3-CH=CH-CHOH-R$. L'un de nous [2] ayant établi en 1922 une méthode commode de préparation des monoalcoylglycérines $CH^2OH.(CHOH)^2.R$, nous avons cherché à déterminer si ce procédé présentait les mêmes avantages dans le cas présent. Nous avons également appliqué à cette synthèse les principes d'une autre méthode qui a donné de bons résultats à MM. Pastureau et Bernard [3] dans l'obtention de la tétraméthylglycérine $(CH^3)^2.COH.CHOH.COH.(CH^3)^2$. La comparaison de ces différents procédés fait l'objet de cette Note.

La matière première dans tous les cas est l'aldéhyde crotonique ; la condensation avec les organomagnésiens mixtes conduit aux propénylalcoylcarbinols. Les termes dans lesquels l'alcoyle est CH^3, C^2H^5 et C^3H^7 sont connus [4]. La réaction se fait plus avantageusement (60 à 75 pour 100 du rendement théorique) si l'on prend la peine de doser l'organomagnésien et si l'on ne condense que la proportion d'aldéhyde correspondant à la quantité de magnésien réellement formé : les produits de queue sont alors très peu abondants. Ces alcools sont donc plus accessibles que les vinylalcoylcarbinols préparés de la même manière à partir de l'acroléine.

I. *Oxydation permanganique.* — La répétition des expériences de Reif nous a permis de fixer respectivement à 16 et 20 pour 100 les rendements en diméthyl- et méthyléthylglycérine obtenus par cette méthode qui oblige l'élimination désagréable d'une grande quantité d'eau; et l'on n'a guère récupéré d'alcool en quantité appréciable.

II. *Méthode à la chlorhydrine.* — Nous avons essayé de fixer l'acide hypochloreux sur la double liaison des propénylalcoylcarbinols dans les conditions indiquées par MM. Pastureau et Bernard, puis à saponifier la chlorhydrine formée par le carbonate de potassium en solution aqueuse à l'ébullition pour extraire finalement la glycérine par l'alcool absolu du produit

---

(1) J. Reif, *Ber.*, **41**, 1908, p. 2741.

(2) R. Delaby, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 1152.

(3) Pastureau et H. Bernard, *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1400.

(4) J. Reif, *loc. cit.*

de l'évaporation à sec. La méthyléthylglycérine a été ainsi obtenue à raison de 12 pour 100 de la proportion théorique.

III. *Méthode à la dibromhydrine.* — Les résultats ont été plus satisfaisants en suivant point par point les transformations indiquées à partir des vinylalcoylcarbinols dans la synthèse des monoalcoylglycérines α. Ces opérations sont résumées dans le schéma suivant :

$$CH^3-CH=CH-CHOH-R \xrightarrow{+Br^2} CH^3-CHBr-CHBr-CHOH-R$$
$$\xrightarrow{+CH^3.CO^2K} CH^3-CH(O.CO.CH^3)-CH(O.CO.CH^3)-CHOH-R$$
$$\xrightarrow{+CH^3OH} CH^3.(CHOH)^3.R.$$

Dans l'alcoolyse finale, on n'obtient pas d'emblée l'espèce pure : on sait qu'il faut saponifier par la chaux employée en quantité théorique les dernières traces d'acétines que renferme le produit.

Nous avons ainsi préparé :

		Éb.	Rendements pour 100 à partir des alcools.
Diméthylglycérine (¹)...	$CH^3(CHOH)^3CH^3$	152°-153° /19mm	42
Méthyléthylglycérine (¹).	$CH^3(CHOH)^3C^2H^5$	155°-156°,5/20mm	38
Méthylpropylglycérine.	$CH^3(CHOH)^3C^3H^7$	162°-164° /25mm	31

Ces glycérines homologues se préparent donc avec des rendements inférieurs à ceux obtenus pour les monoalcoylglycérines α isomères (60 pour 100 du rendement théorique pour l'éthylglycérine). La perte est due à la formation en quantité appréciable, dans l'acétination, d'un composé éthylénique monobromé

$$CH^3-CH=CBr-CHOH-R \quad \text{ou} \quad CH^3-CBr=CH-CHOH-R$$

(ou leur mélange) : l'acétate de potassium enlève en effet en partie à la dibromhydrine les éléments de l'acide bromhydrique; on a d'ailleurs pu fixer Br^2 sur le composé monobromé et isoler le dérivé tribromé correspondant. Observons que cette perte est compensée par une facilité plus grande d'obtention des propénylalcoylcarbinols, de sorte qu'à partir de l'acroléine et de l'aldéhyde crotonique les monoalcoylglycérines et les méthylalcoylglycérines sont également accessibles maintenant.

En résumé, le procédé de préparation des méthylalcoylglycérines par l'intermédiaire de la dibromhydrine est le procédé de choix malgré le

(¹) Ces deux triols placés dans le vide sulfurique cristallisent.

nombre de transformations successives qu'il comporte. Cette voie ne pourra plus être suivie si l'on veut obtenir les éthylalcoylglycérines par exemple, car on ne connaît jusqu'ici qu'un mode de formation [1] de la matière première : la β-éthylacroléine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures magnétiques dans le centre et l'est de la France.* Note de M. **Albert Baldit**, présentée par M. Daniel Berthelot.

I. Les mesures actuelles, suite de nos déterminations de 1921-1922 [2] et de 1923 [3], ont été effectuées pendant les mois de juillet et d'août 1924; elles intéressent trois départements, Ain, Jura, Saône-et-Loire, et 40 stations dont 8 avaient déjà été visitées par Moureaux; 32 sont nouvelles. Toutes les mesures ont été doublées, sauf 5 mesures d'inclinaison.

Le tableau suivant donne les valeurs des éléments ramenés au 1er janvier 1922. Les noms des stations nouvelles figurent en italiques.

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
Département de l'Ain.				
	° ′	° ′		
Coligny	10.28,0	62.16,9	0,21006	presque calme
Ferney-Voltaire	10.09,3	62.10,4	0,21090	presque calme
Gex	10.05,7	62.13,2	0,21042	un peu agitée
Marsonnas	10.36,5	62.16,4	0,20995	presque calme
Oyonnax	10.18,0	62.13,1	0,21087	un peu agitée
Pont-d'Ain	10.28,1	62.04,4	0,21140	presque calme
Villars	10.35,6	61.59,7	0,21139	calme
Vonnas	10.37,6	62.10,1	0,21055	un peu agitée
Département du Jura.				
Arbois	10.21,2	62.39,4	0,20798	un peu agitée
Champagnole	10.19,7	62.31,6	0,20868	calme
Chaumergy	″	62.42,7	0,20760	un peu agitée
Chaussin	10.28,8	62.50,3	0,20708	presque calme
Clairvaux	10.18,6	62.28,0	0,20943	presque calme
Dampierre	10.19,9	63.00,3	0,20638	presque calme
Dôle	10.25,3	62.58,1	0,20633	un peu agitée
Moirans	10.20,9	62.20,1	0,21010	presque calme
Montmirey	10.24,4	63.05,0	0,20558	calme
Morez	10.10,9	62.24,0	0,20952	presque calme
Orgelet	10.19,5	62.22,4	0,20951	presque calme
Poligny	10.22,7	62.40,0	0,20802	presque calme
Saint-Amour	10.31,2	62.20,2	0,20975	presque calme
Saint-Claude	10.13,2	62.16,9	0,21016	presque calme
Salins	10.19,3	62.44,9	0,20777	presque calme

(1) R. Delaby, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1898.

(2) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 827.

(3) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1568.

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
		Département de Saone-et-Loire.		
Autun	10°58′,7	62°54′,5	0,20682	calme
Blanzy	10.55,8	62.41,9	0,20769	presque calme
Bourbon-Lancy	11.32,9	62.37,2	0,20841	presque calme
Chagny	10.45,5	62.48,7	0,20711	calme
Charolles	10.47,6	62.31,2	0,20887	presque calme
Cluny	10.48,1	62.25,0	0,20921	calme
Le Creusot	10.56,2	62.46,8	0,20705	calme
Épinac-les-Mines	10.54,1	62.57,7	0,20646	calme
Louhans	10.30,8	62.34,3	0,20834	presque calme
Mâcon	10.38,8	62.18,4	0,20980	calme
Marcigny	11.05,2	62.25,1	0,20911	un peu agitée
Montchanin	10.54,2	62.42,6	0,20753	calme
Paray-le-Monial	11.07,5	62.29,4	0,20886	presque calme
Pierre	10.31,3	62.47,5	0,20730	un peu agitée
Toulon-sur-Arroux	11.00,5	62.42,3	0,20726	calme
Tournus	10.43,4	62.32,1	0,20862	calme
Verdun-sur-Doubs	10.41,7	62.48,3	0,20734	calme

2. La comparaison de nos mesures avec celles du réseau de Moureaux, pour les stations communes, donne les valeurs suivantes de la variation séculaire des éléments entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 :

Déclinaison (7 stations communes)	−3°02′,6
Inclinaison (7 stations communes)	−0°33′,6
Composante horizontale (8 stations communes)	+0,00160

Rapprochés des résultats que nous avons obtenus en 1923 dans le sud de la France (Gard, Hérault), ces valeurs montrent que les variations séculaires de I et de H, qui croissent à mesure que la latitude diminue, ne sont pas des fonctions simples des différences de latitude, mais augmentent plus vite que ne décroît la latitude.

Le résultat est particulièrement net pour l'inclinaison.

	Latitude.	Variation séculaire de I.
Val-Joyeux	48°49′	−0°32′
Ain, Saône-et-Loire	46°	−0°35′
Gard, Hérault	44°	−0°46′

A différences de latitude égales, l'augmentation de la variation séculaire de I est beaucoup plus considérable dans le Sud que dans le Centre et l'Est,

et la transition apparaît comme relativement brusque entre les deux groupes de valeurs.

3. Le tracé des lignes d'égale déclinaison revêt une allure assez compliquée dans la région comprise entre Mâcon et Bourbon-Lancy. Moureaux avait déjà signalé une anomalie de D à Charolles et une déviation des isogones à Mâcon. Nos observations de 1924 précisent ces particularités et permettent de les suivre jusqu'à Bourbon-Lancy où apparaît une assez forte anomalie de D. Cette station, limite de nos mesures de 1924 vers l'Ouest et le Nord-Ouest, est peu éloigné de l'anomalie du Bassin Parisien, et les perturbations signalées ici semblent s'y rattacher. Toutefois une densité de stations plus grande que celle dont nous disposons est nécessaire pour élucider ce point en donnant un tracé détaillé des isogones dans cette région assez tourmentée.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur les zones de silence par réflexion sur des surfaces de discontinuité atmosphériques.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Brillouin.

Une discontinuité atmosphérique, c'est-à-dire une surface de séparation entre deux couches fluides différant par leur état physique ou leur vitesse relative, ou les deux simultanément, engendre vis-à-vis des ébranlements acoustiques une *réfraction* et une *réflexion* du son [1].

Si a est une vitesse propre du son dans le premier milieu, a' le même élément dans le second milieu, v la vitesse de translation de celui-ci par rapport au premier, φ l'angle de cette vitesse avec le plan d'incidence d'une onde se propageant du premier milieu vers le second, θ l'angle d'incidence, il y a *réfraction totale* par suite *réflexion* nulle, lorsqu'on a la relation

$$(1) \qquad a^4 \cos^2\theta + a'^4 \sin^2\theta - a'^2(a + v\cos\varphi\sin\theta)^2 = 0.$$

Il y a au contraire *réflexion totale* si l'on a

$$(2) \qquad a'^2 \sin^2\theta - (a + v\cos\varphi\sin\theta)^2 > 0.$$

L'effet d'une vitesse relative v est considérable et engendre, au même titre que les différences entre a et a', des réfractions et des réflexions. On

---

(1) E. Esclangon. *Sur la réflexion et la réfraction des ondes à la surface de séparation de deux fluides en repos et en mouvement* (*Comptes rendus*, 164, 1917, p. 99 et 175).

explique aisément ainsi que, dans un train en marche, les sons *venant de l'arrière* pénètrent mal par les portières ouvertes en raison de la réflexion totale qu'ils subissent à la surface de séparation entre l'air extérieur et l'air entraîné intérieur et de ce fait soient peu perceptibles. De la même manière, on comprend pourquoi, même à courte distance où il ne saurait être question d'effet de courbure des rayons sonores, le *vent porte le son* alors qu'*un vent contraire l'arrête*. Lorsque le son vient contre le vent, il subit une réflexion, sinon totale, du moins très importante sur les couches fluides immobiles contenues dans le pavillon de l'oreille et le conduit auditif.

Imaginons maintenant une discontinuité atmosphérique horizontale à l'altitude h (comme pourrait l'être celle qui délimite inférieurement la couche *d'inversion thermique* vers 15^{km} d'altitude), la couche supérieure présentant une vitesse de translation égale à v, la vitesse propre du son y étant a', tandis qu'elle est a dans la couche inférieure. Un rayon sonore parti d'un centre d'ébranlement O sur le sol, dans un azimut φ et sous un angle zénithal θ subira une réflexion nulle ou une réflexion totale suivant qu'il satisfait à l'une ou l'autre des conditions (1) ou (2). Après réflexion, le rayon viendra de nouveau frapper le sol à une distance $2h \operatorname{tang}\theta$ du centre d'ébranlement O.

Faisons abstraction de la propagation directe, plus ou moins rapidement éteinte, pour ne considérer que les rayons parvenant au sol après réflexion sur la surface de discontinuité.

On pourra appeler *ligne centrale de silence ou de réflexion nulle* celle qui correspond aux rayons satisfaisant à la condition (1). Aucun ébranlement ne parviendra par réflexion sur cette ligne. Au contraire, on appellera *zone de réflexion totale* celle qui se rapporte aux rayons satisfaisant à l'inégalité (2). Les sons parviendront intégralement dans cette zone, à l'absorption près et sous réserve de déformations de structure physique (inversion de l'onde, onde anomale).

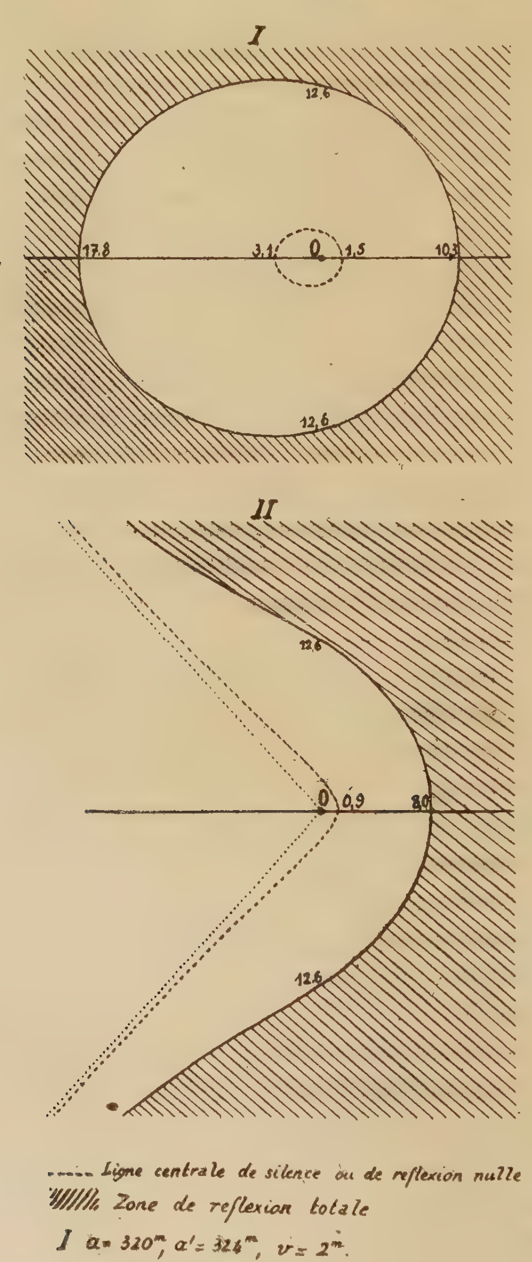
L'effet d'une vitesse de translation v de la couche supérieure est, dans tous les cas, une dissymétrie; mais il est très différent suivant que v est inférieur ou supérieur à la différence des vitesses du son dans les deux milieux. Si $v < a' - a$, on a la disposition indiquée par la figure I où, à titre d'exemple, on a choisi

$$a = 320^{m}, \qquad a' = 324^{m}, \qquad v = 2^{m}.$$

Les courbes restent fermées. Si au contraire $v > a' - a$, on a la disposition de la figure II, correspondant à

$$a = 320^{m}, \qquad a' = 324^{m}, \qquad v = 6^{m}.$$

Les courbes limites sont ouvertes. Les chiffres portés sur la figure repré-



sentent les distances au centre d'ébranlement O, l'unité étant l'altitude h de la surface de discontinuité. En ce qui concerne la couche d'inversion

thermique, on voit qu'il suffirait d'une faible vitesse v pour produire l'ouverture des courbes limites ($v > a' - a$), c'est-à-dire une dissymétrie considérable par rapport au centre d'ébranlement, dans les zones d'égale audition.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur la propagation des ondes sonores dans le sol.* Note de MM. **Barré** et **Schnell**, présentée par M. d'Ocagne.

Au cours des expériences de Géophysique qui eurent lieu en mai 1924, des recherches furent poursuivies concernant la solution du problème suivant :

1° Déterminer jusqu'à quelle distance pouvaient être entendues les explosions transmises par le sol.

2° Si possible, déterminer les vitesses de transmission.

Les appareils employés étaient le chronographe et les géophones du Génie. Des essais préliminaires dirigés par les auteurs de cette Note permirent de déterminer la précision à espérer.

Les mesures devaient se faire par la méthode différentielle en évaluant le temps qui s'écoule entre l'arrivée du son par le sol et l'arrivée du son par l'air. Ce procédé était, dans la plupart des cas, le seul applicable, les observateurs ne pouvant voir l'explosion. Il présentait en outre l'avantage de diminuer l'influence de l'équation personnelle.

Les expériences préliminaires conduisirent à admettre qu'on pouvait compter sur une précision de $0^s,1$ dans la mesure de ce temps. La discussion des résultats eux-mêmes a paru confirmer ce point de vue.

Une donnée nécessaire était la connaissance de la valeur de la vitesse du son dans l'air, compte tenu de la région perturbée au voisinage de l'explosion.

Il résulte de travaux de M. Burlot que, pour les fourneaux de cinq tonnes, la durée de transmission par l'air peut être obtenue comme il suit : au delà de 200^m, vitesse ordinaire du son; sur un parcours de 200^m, vitesse supérieure, au sujet de laquelle seules des limites purent être données. La limite inférieure est 415^m et la limite supérieure 1550^m.

L'explosion du 15 mai ne donna aucun résultat; les postes avaient été placés trop loin. A la suite de cet insuccès ils furent tous concentrés dans un rayon inférieur à 4^{km}, autour du lieu de l'explosion. On fit même, le 26 mai, une expérience à 500^m de celui-ci.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1° Audition très nette à des distances de 2800^m et de 3030^m, parfois moins nette à des distances inférieures. Le fourneau de 10 tonnes ne donna pas, à ce point de vue, des résultats supérieurs à ceux obtenus par les fourneaux de 5 tonnes.

2° En ce qui concerne les vitesses, sept groupes de mesures purent être pris : tous donnèrent des résultats utiles. Quatre seulement permirent néanmoins d'obtenir la vitesse de propagation dans le sol. On trouva ainsi que :

a. La limite supérieure de la vitesse moyenne du son dans la région troublée de l'atmosphère est de l'ordre de 600^m ; ce résultat permet de resserrer les limites données par M. Burlot.

b. Les vitesses dans le sol se répartissent en deux groupes :

2000^m (approximation $\pm 600^m$)
8500^m (approximation $\pm 700^m$)

Ces chiffres donnent lieu aux remarques suivantes : les vitesses de 8500^m ont été obtenues par des observateurs installés sur granit, fourneau enterré et au contact de la roche, tandis que dans les expériences ayant donné les vitesses de 2000^m, l'opérateur ou le fourneau était placé sur le sable détritique.

A un autre point de vue, on remarquera que les vitesses de 2000^m se raccordent assez bien, eu égard aux approximations à admettre, avec les vitesses des ondes L signalées par MM. Maurain, Éblé, Labrouste, Mouronval et Escher-Desrivières dans leur compte rendu du 30 juin 1924.

Des vitesses de 8500^m ne paraissent pas avoir été rencontrées par ces auteurs. Mais, parmi les ondes P qu'ils signalent, ils ont rencontré une onde ayant une vitesse de propagation de 7220^m dont ils considèrent la valeur comme aberrante. Ils signalent d'ailleurs, en fin de Note, la vitesse de 7000^m comme déjà indiquée pour les ondes P par utilisation d'une extrapolation. Si l'on se reporte à ce fait qu'ils ont eux-mêmes rencontré une valeur de 7220^m on peut penser qu'il n'est pas exagéré de dire que l'onde de vitesse égale à 8500^m (± 700) que nous signalons ici se raccorde assez bien avec les ondes P, compte tenu des erreurs admissibles.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Lythracées. Développement de l'embryon chez le* Lythrum Salicaria *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. L. Guignard.

Le *Lythrum Salicaria*, au point de vue de l'embryogenèse, se range à côté des espèces chez lesquelles les lois du développement sont particulièrement nettes, très simples et aussi constantes que possible.

A la segmentation transversale de l'oospore (*fig.* 1, 2) succèdent la division longitudinale de la cellule apicale (*fig.* 3) et, peu après, le cloisonnement horizontal (*fig.* 4) de la cellule basale du proembryon bicellulaire. Les deux cellules supérieures juxtaposées de la tétrade ainsi constituée, par de nouvelles cloisons méridiennes, donnent naissance à quatre quadrants disposés dans un plan horizontal (*fig.* 5, 6, 7); ceux-ci, se segmentant transversalement, engendrent quatre octants supérieurs qui représentent

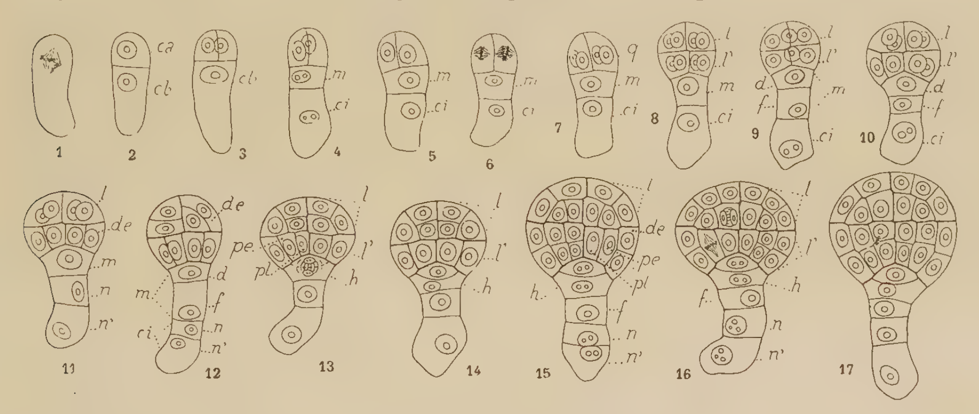


Fig. 1 à 17. — *Lythrum Salicaria* L. — Les premiers stades du développement de l'embryon jusqu'au moment de la différenciation de l'hypophyse et des histogènes. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m* et *ci*, cellules-filles de *cb*; *q*, quadrants; *l*, octants supérieurs; *l'*, octants inférieurs; *d* et *f*, cellules-filles de *m*; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *h*, hypophyse; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome. G. = 375.

la partie cotylée et quatre octants inférieurs qui correspondent à l'hypocotyle. La marche des segmentations dans les octants est comparable à celle qui a été décrite au sujet des Crucifères [1]; la séparation des histogènes s'y produit de manière analogue. On remarquera toutefois que dans l'octant supérieur la première cloison peut se disposer, soit tangentiellement (*fig.* 12, à droite), soit horizontalement (*fig.* 12, à gauche), soit verticalement (*fig.* 13, à gauche, *fig.* 14).

---

(1) R. Souèges, *Nouvelles recherches sur le développement de l'embryon chez les Crucifères* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 9e série, 19, 1914, p. 311). Voir aussi : *Les premières divisions de l'œuf et les différenciations du suspenseur chez le* Capsella Bursa-pastoris *Mœnch* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 10e série, 1, 1919, p. 1).

Les deux éléments inférieurs superposés de la tétrade se divisent transversalement. En règle générale, la cellule intermédiaire, *m*, se cloisonne avant la cellule inférieure, *ci* (*fig.* 9, 10, 12); dans certains cas, par exemple en 11, cette dernière cellule se segmente avant sa sœur. C'est la cellule-fille supérieure, *d*, issue de *m* (*fig.* 12, 15) qui se convertit en une hypophyse, semblable à celle que l'on observe chez le *Capsella Bursa-pastoris*, par son mode de différenciation, ses processus ultérieurs de division et ses fonctions. La cellule-fille inférieure, *f*, et les deux éléments, *n* et *n'*, issus de *ci*, engendrent un suspenseur dont les dimensions restent très réduites.

L'embryon du *Lythrum Salicaria* rappelle dans ses traits essentiels celui de l'*Œnothera biennis* (1). Les parois de segmentation se succèdent selon des règles identiques et les éléments proembryonnaires possèdent des destinées comparables. Chez le *Lythrum Salicaria*, comme chez l'*Œnothera biennis*, on observe des formes tri-, hexa- et dodécacellulaires tout à fait semblables, résultant d'un retard très caractéristique des divisions dans les éléments dérivés de la cellule inférieure du proembryon bicellulaire. Une seule différence pourrait séparer les deux espèces : elle réside dans l'origine de l'hypophyse, qui, chez l'*Œnothera biennis*, est engendrée par l'élément, *m*, de la tétrade, tandis que, chez le *Lythrum Salicaria*, cette partie du proembryon tire, en règle très générale, son origine de la cellule-fille supérieure de ce même élément. Le rôle joué par la cellule *m* a déjà permis de rapprocher l'embryon de l'*Œnothera biennis* de celui du *Myosurus minimus* ; on trouve également chez les Renonculacées (*Clematis*) des espèces chez lesquelles la cellule *m* est remplacée dans ses fonctions par sa cellule-fille supérieure, *d*. Chez le *Mentha viridis* (2), comme chez les *Clematis* et le *Lythrum Salicaria*, l'hypophyse tire encore son origine de la cellule-fille supérieure de *m*. Comme la remarque en a déjà été faite, au sujet du *Plantago lanceolata* (3), ces différences, utiles pour donner une idée de l'étendue des modifications que peuvent subir les lois du développement dans une série de formes embryonnaires très étroitement comparables, ne sont pas absolues et n'offrent, par conséquent, qu'une importance de second ordre.

---

(1) R. Souèges, *Embryogénie des Œnothéracées. Développement de l'embryon chez l'*Œnothera biennis *L.* (*Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 946).

(2) R. Souèges, *Embryogénie des Labiées. Développement de l'embryon chez le* Mentha viridis *L.* (*Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 1057).

(3) R. Souèges, *Embryogénie des Plantagacées. Développement de l'embryon chez le* Plantago lanceolata *L.* (*Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 964).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la datiscine (datiscoside), glucoside du* Datisca cannabina *L. et sur ses produits de dédoublement*. Note de M. C. Charaux, présentée par M. L. Guignard.

La datiscine (ou datiscoside) est un glucoside qui a été isolé pour la première fois par Braconnot, en 1816, des feuilles de *Datisca cannabina* L., plante vivace, cultivée autrefois en France pour la teinture en jaune. Elle fut étudiée ensuite, en 1856, par Stenhouse qui la retira des racines de la même plante. C'est Stenhouse qui reconnut sa nature glucosidique et obtint son produit de dédoublement la *datiscétine*, auquel il donna la formule $C^{15}H^{10}O^{6}$ qui est exacte. Il prit le sucre réducteur formé pour du glucose.

En 1893, Schunck et Marchlewski indiquèrent que la datiscine se dédouble par les acides en datiscétine et en rhamnose. Ils attribuent à la datiscétine la formule $C^{15}H^{12}O^{6}$ et en font l'*éther méthylique d'une tétraoxyxanthone*, fondant à + 237°.

En 1907, Korczinsky et Marchlewski ont repris l'étude de la datiscine des racines du *Datisca cannabina* L.; ils en ont retiré un glucoside tout à fait différent de la datiscine étudiée par Schunck et Marchlewski, puisqu'il donne à l'hydrolyse du glucose et une datiscétine $C^{15}H^{10}O^{6}$ fondant à + 268-269°, ne renfermant pas de méthoxyle, dérivée d'une flavone.

La formule de la datiscétine fut confirmée par Leskiewick et Marchlewski en 1914, et par Bergellini et Peratoner qui en firent la synthèse en 1919.

Il résulte de mes recherches que les racines du *Datisca cannabina* L. renferment, en abondance, un glucoside donnant par dédoublement par les acides une molécule de datiscétine, une molécule de glucose et une molécule de rhamnose, d'après l'équation :

$$C^{27}H^{30}O^{15} + 2H^{2}O = C^{15}H^{10}O^{6} + C^{6}H^{12}O^{6} + C^{6}H^{12}O^{5}.$$

La plante qui a servi à l'extraction du glucoside a été cultivée et récoltée à Jouet-sur-l'Aubois (Cher). Elle a fourni, pour 100^{g} de racines sèches, récoltées après la chute des feuilles, 10^{g},50 de datiscine brute et, pour 100^{g} de feuilles sèches, récoltées au moment de la floraison, 6^{g} de datiscine brute.

Les cristaux obtenus ont été purifiés par cristallisation dans l'eau bouillante, puis dans l'alcool à 90°, puis, de nouveau, dans l'eau bouillante,

La datiscine pure fond à $+192$-$193°$ (corr.). Elle renferme 10,80 pour 100 d'eau. Elle est lévogyre en solution alcoolique $\alpha_D = -48°,59$ $(p = 0,1852; v = 20; l = 2; \alpha = -0°,90)$ pour le produit anhydre.

Hydrolysée par l'acide sulfurique à 5 pour 100, au bain-marie bouillant, elle fournit 47,98 pour 100 de datiscétine anhydre et 55,60 pour 100 de sucre réducteur exprimé en glucose (Théorie : 48,14 pour 100 et 60,67 pour 100).

Dans une hydrolyse effectuée sur 3^g de datiscine, le glucose et le rhamnose ont été obtenus à l'état cristallisé. Après élimination de la datiscétine par filtration et neutralisation de l'acide sulfurique par le carbonate de calcium, le liquide a été concentré en sirop épais : le rhamnose a cristallisé. On en a obtenu $0^g,26$. Il présentait un pouvoir rotatoire stable de $\alpha_D = +8°,33$ $(p = 0,24; v = 2; l = 20; \alpha = +0°,20)$; il fondait à $+90$-$93°$ et dégageait une forte odeur de méthylfurfurol quand on le chauffait avec de l'acide sulfurique au demi.

Les eaux mères de cristallisation du rhamnose ont été reprises par l'alcool absolu bouillant. Le glucose a cristallisé. On en a obtenu $0^g,36$ qu'on a purifié par cristallisation dans l'alcool absolu. Son pouvoir rotatoire stable a été trouvé de $\alpha_D = +51°,14$ $(p = 0,1717; v = 20; l = 2;$ $\alpha = +0°,87)$

La datiscine est hydrolysée par le ferment des graines de *Rhamnus* que j'ai déjà utilisé pour hydrolyser la rutine (rutoside) en quercétine et en un rhamnoglucose nouveau que j'ai nommé rutinose ([1]).

J'ai obtenu, dans l'hydrolyse de la datiscine, le même rhamnoglucose que dans l'hydrolyse de la rutine, le rutinose. Il forme, comme le sucre extrait de la rutine, une poudre blanche très hygroscopique; il possède le même point de fusion, le même pouvoir réducteur, le même pouvoir rotatoire, faiblement dextrogyre au début et très faiblement lévogyre à l'équilibre. $[\alpha_D] = +3°,24$ $(p = 0,4108;$ $v = 10;$ $l = 2;$ $\alpha = +16')$ et $[\alpha_D] = -0°,81$ $(\alpha = -4')$. Un échantillon de rutinose de la rutine a donné $[\alpha_D] = +3°$ et $[\alpha_D] = -0°,33$. Le poids moléculaire du rutinose de la datiscine a été déterminé par la méthode de M. Bougault à l'iode et au carbonate de sodium. On a trouvé : PM = 338 (Théorie : 346).

En résumé, la datiscine a pour formule $C^{27}H^{30}O^{15}$. Elle cristallise avec 4 molécules d'eau. Elle fond à $+192$-$193°$. Elle est lévogyre, $[\alpha_D] = 48°,59$. Par dédoublement au moyen des acides, elle fournit une molécule de datis-

---

([1]) *Bull. Soc. Chim. biol.*, 6, 1925, p. 631.

cétine, fondant à + 272-273°, une molécule de glucose et une molécule de rhamnose. Les deux sucres ont été obtenus à l'état cristallisé.

Par dédoublement fermentaire, elle donne une molécule de datiscétine et une molécule de rhamnoglucose identique au rutinose de la rutine, d'après l'équation :

$$\underset{\text{datiscine.}}{C^{27}H^{30}O^{15}} + H^2O = \underset{\text{datiscétine.}}{C^{15}H^{10}O^6} + \underset{\text{rutinose.}}{C^{12}H^{22}O^{10}}$$

Le dédoublement fermentaire de la datiscine est donc tout à fait comparable à celui de la rutine, les deux glucosides ne différant que par un atome d'oxygène :

$$\underset{\text{rutine.}}{C^{27}H^{30}O^{16}} + H^2O = \underset{\text{quercétine.}}{C^{15}H^{10}O^7} + \underset{\text{rutinose.}}{C^{12}H^{22}O^{10}}$$

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le primevérose, les primevérosides et la primevérosidase.* Note de M. **Marc Bridel**, présentée par M. L. Guignard.

Le primevérose est un xyloglucose réducteur qui a été obtenu à l'état cristallisé, en 1912, par M. M. Goris, Mascré et Vischniac ([1]). Ces auteurs l'ont extrait des produits de l'hydrolyse fermentaire du mélange des deux glucosides de la racine fraîche de *Primula officinalis* Jacq., la primevérine et la primulavérine.

Des produits de l'hydrolyse fermentaire du gentiacauloside ([2]), du monotropitoside ([3]) et du rhamnicoside ([4]), j'ai extrait à l'état cristallisé, un xyloglucose réducteur que j'ai considéré comme identique au primevérose, malgré une différence importante dans le pouvoir réducteur de ces deux sucres : le xyloglucose que j'avais obtenu possède un pouvoir réducteur de 0,646 à 0,648, comparé à celui du glucose et le primevérose de 0,590, les déterminations ayant été faites par la méthode de M. G. Bertrand.

J'ai extrait de 18^{kg} de racines fraîches de *Primula officinalis* Jacq., 20^{g}

([1]) *Glucosides et essences de Primevère* (*Bull. Sci. Pharmacol.*, **19**, 1912, p. 577 et 648).

([2]) *Sur l'hydrolyse fermentaire du gentiacauloside* (*Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 780).

([3]) *Sur l'hydrolyse fermentaire du monotropitoside* (monotropitine) (*Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 991).

([4]) M. Bridel et C. Charaux, *Les produits de l'hydrolyse fermentaire du rhamnicoside : primevérose et rhamnicogénol* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1219).

du mélange cristallisé de primevérine et de primulavérine et j'ai préparé le primevérose par hydrolyse fermentaire de ce mélange ($\alpha_D = -62°,92$). Le primevérose et le xyloglucose retiré du gentiacauloside, du monotropitoside et du rhamnicoside sont absolument identiques. Ils possèdent les mêmes propriétés, entre autres, le même pouvoir réducteur. Ce pouvoir réducteur est celui que j'ai donné pour le xyloglucose des trois derniers glucosides. Comparé à celui du glucose, il est de 0,646 à 0,648 et non pas de 0,590 comme on peut le calculer d'une expérience de MM. Goris, Mascré et Vischniac.

On connaît donc, à l'heure actuelle, cinq glucosides cristallisés qui fournissent, par hydrolyse fermentaire, du primevérose : primevéroside (primevérine), primulavéroside (primulavérine), gentiacauloside, monotropitoside et rhamnicoside. Ces glucosides à primevérose doivent être désignés sous le nom générique de *primevérosides*, nom qui se trouve être celui du premier terme connu de cette catégorie ([1]).

Trois de ces primevérosides possèdent une constitution tout à fait voisine. Le monotropitoside donne à l'hydrolyse du salicylate de méthyle; le primevéroside et le primulavéroside sont isomères et fournissent, tous les deux, un méthoxy-salicylate de méthyle, le premier donnant l'isomère dans lequel le méthoxy est en *méta* par rapport à l'oxhydryle phénolique et le second l'isomère en *para*.

Dans les deux autres primevérosides, les produits combinés au primevérose sont tout à fait différents : le gentiacauléol du gentiacauloside est un dérivé flavonique et le rhamnicogénol du rhamnicoside un pentahydroxyméthylanthranol.

Par ces cinq primevérosides, le primevérose se trouve très largement répandu dans le règne végétal, puisqu'il existe dans six familles : Bétulacées, Primulacées, Gentianacées, Rhamnacées, Monotropées et Rosacées, appartenant aux trois grands groupes des Dicotylédones. Il doit donc jouer, chez les plantes, un rôle de solubilisant qui est à rapprocher de celui du glucose lui-même, dont il n'est, d'ailleurs, qu'une combinaison.

Les primevérosides sont hydrolysés par un ferment très répandu dans le règne végétal. Quelle que soit son origine, ce ferment agit sur tous les primevérosides.

Il est connu depuis longtemps et on lui a donné successivement les noms

---

([1]) Décision de la cinquième conférence de la Chimie pure et appliquée (Copenhague 1924).

de *bétulase* (Schneegans) [1], de *gaulthérase* (Bourquelot) [2] et de *primevérase* (Goris et Mascré) [3]. Ces trois noms ne peuvent être retenus pour une raison différente pour chacun d'eux.

Le nom de bétulase a été formé contrairement aux règles de la terminologie de Duclaux puisqu'il rappelle le nom de la plante d'où le ferment a été retiré et non pas le nom d'un produit sur lequel agit le ferment. C'est d'ailleurs pour cette raison que Bourquelot avait proposé le nom de gaulthérase formé correctement. Mais, à l'heure actuelle, le nom de gaulthérase rappelle la gaulthérine, glucoside formé par l'union d'une molécule de glucose et d'une molécule de salicylate de méthyle, qui ne doit pas être hydrolysé par le ferment des primevérosides puisqu'il ne rentre pas dans cette catégorie.

Le nom de primevérase, enfin, a été mal choisi parce qu'il doit être réservé au ferment qui dédouble le primevérose en xylose et en glucose, ferment encore inconnu à l'heure actuelle.

Le nom le meilleur pour désigner le ferment des primevérosides, celui qui ne peut pas prêter à confusion est celui de *primevérosidase* que nous proposons.

La *primevérosidase* est donc le ferment des primevérosides lévogyres, dérivés du primevérose β. Elle a été caractérisée dans de nombreuses espèces végétales. Sous l'action de la primevérosidase, les primevérosides sont hydrolysés en primevérose et en un autre produit de nature variable.

La *primevérase* est le ferment du primevérose, qui donne sous son action du xylose et du glucose. Ce ferment n'a pas encore été signalé dans le règne végétal.

---

(1) *Zur Kenntniss der ungeformten Fermente. I. Betulase, ein in* Betula lenta *L., enthaltenes Ferment* (*Journ. Pharm. von Elsass-Lothr.*, 23, 1896, p. 17).

(2) *Sur la présence, dans le* Monotropa Hypopytis, *d'un glucoside de l'éther methyl-salycilique et sur le ferment soluble hydrolysant de ce glucoside* (*Journ. Pharm. Chim.*, 6e série, 3, 1896, p. 577).

(3) *Recherches chimiques et biologiques sur les Primulacées et en particulier sur la racine de* Primula officinalis *Jacq*, (*Bull. Sci. Pharmacol.*, 16, 1909, p. 695).

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les formations cribro-vasculaires médullaires de deux Crassulacées.* Note de M. **Raymond Hamet**, transmise par M. P.-A. Dangeard.

J'ai décrit (¹) la structure et fait connaître le mode de formation des cordons cribro-vasculaires surnuméraires qu'on observe dans le parenchyme médullaire de la tige florifère du *Greenovia terræ* La Perr., cordons qui avaient été signalés pour la première fois par Cornu (²) et que Douliot (³) après une étude sommaire avait rapprochés de ceux du *Phytolacca dioica* L. Je rappellerai ici que ces cordons, qui ont un bref parcours subvertical dans la moelle, se rattachent tant à leur base qu'à leur sommet à l'anneau ligneux normal dont ils ne s'écartent d'ailleurs que fort peu. Je rappellerai encore que ces cordons se composent d'une plage circulaire de phloéme entourée d'un anneau continu et régulier de deutéroxylème, lequel, dans la portion de sa périphérie qui regarde le centre de la tige, s'accompagne d'une plage subcunéiforme d'endoxyle présentant quelques éléments vasculaires.

Ces cordons, qui constituent pour la famille des Crassulacées une très remarquable anomalie, n'ont pas encore été signalés dans d'autres espèces que le *Greenovia terræ* La Perr.. Certes, je n'ignore pas que Chartier (⁴) a prétendu avoir retrouvé de semblables formations chez plusieurs espèces de *Cotyledon* mais cette affirmation est contredite d'une part par le fait que Chartier n'a jamais publié le mémoire qu'il avait annoncé sur ce sujet, d'autre part par le fait que mon collaborateur Dauphiné qui a étudié les *Cotyledon* (⁵) n'y a pas trouvé trace des dites formations.

Je crois donc intéressant de signaler que j'ai pu récemment observer des formations cribro-vasculaires anormales dans le parenchyme médullaire de la tige florifère de l'*Echeveria gibbiflora* D. C.

(¹) Raymond-Hamet, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 604-606, et *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 9ᵉ série, 16, 1912, p. 253-256.

(²) M. Cornu, *Comptes rendus*, 88, 1879, p. 548-550.

(³) Douliot, *Bull. Soc. bot. France*, 33, 1886, p. 302.

(⁴) H. Chartier, *Recherches sur la structure de la tige florifère de quelques Crassulacées* (*Thèse diplôme études supérieures Paris*, 1910, p. 24).

(⁵) A. Dauphiné, *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 9ᵉ série, 17, 1913, p. 225-232.

Dans cette Crassulacée, la structure des cordons cribro-vasculaires surnuméraires est sensiblement identique à celle que j'ai décrite dans le *Greenovia terræ* La Perr., Je me bornerai donc à faire remarquer ici que ces cordons n'ont rien de commun avec ceux qui ont été signalés dans plusieurs espèces de Bignoniacées, d'Ombellifères et de Mélastomacées; dans nos deux Crassulacées, en effet, les cordons cribro-vasculaires anormaux apparaissent en même temps que les cordons normaux et non point plus tardivement que ceux-ci. En réalité les formations médullaires du *Greenovia terræ* La Perr. et de l'*Echeveria gibbiflora* D. C. sont analogues à ce qu'on observe chez la plupart des Monocotylées où, comme on sait, les faisceaux — au lieu de former un cercle unique et de cheminer verticalement à la périphérie du cylindre central — se déplacent, dans leur parcours, vers le centre pour revenir ensuite vers la périphérie. Mais alors que dans les Monocotylées, on n'observe pas de deutéroxylème, l'existence de ce tissu dans nos deux Crassulacées vient en compliquer la structure.

Dans l'*Echeveria gibbiflora* D. C. comme dans le *Greenovia terræ* La Perr., l'assise génératrice (de même évidemment que l'anneau de deutéroxylème auquel elle donne naissance) est à la fois onduleuse et fractionnée. Elle est onduleuse en tous les points où un arc cambial fasciculaire ne se trouve pas sur le même cercle que chacun des deux arcs cambiaux latéraux mais en est cependant assez peu distant pour qu'il puisse s'unir avec eux par ses prolongements interfasciculaires. Elle est fractionnée en tous les points où un arc cambial s'écarte trop dans le sens axial de chacun des deux arcs cambiaux latéraux pour que ses prolongements interfasciculaires puissent s'unir avec les leurs; dans ce cas, d'une part les prolongements interfasciculaires des deux arcs cambiaux latéraux se réunissent en formant un arc de cercle régulier qui laisse en dedans de lui l'arc cambial du faisceau incentrique, d'autre part l'arc cambial du faisceau incentrique se prolonge à la façon d'un divergent amphivasal tout autour du phloème du dit faisceau, phloème qu'il entoure bientôt d'un anneau continu.

C'est à peu près l'analogue de la structure signalée chez plusieurs Sapindacées grimpantes avec toutefois cette différence que les arcs cambiaux qui ne peuvent, par suite de leur trop grand éloignement dans le sens axial, se réunir au cercle cambial normal, s'y trouvent à l'extérieur de ce dernier et non à l'intérieur comme dans nos deux Crassulacées.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur l'hérédité chez le Topinambour greffé*. Note [1] de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Depuis 1895, j'étudie la même variété de Topinambour, cultivée franc de pied et greffée comparativement sur des Composées plus ou moins voisines. Dès 1898 [2], j'ai décrit et figuré les modifications produites par le greffage, principalement dans la forme, le nombre, le poids des tubercules et leur distance au collet de la plante. Quelques-uns de ces changements peuvent devenir héréditaires et constituer une amélioration intéressante du type : c'est ainsi que j'ai fixé l'*Helianthus tuberosus Mangini*, variété entrée dans le domaine cultural depuis plusieurs années.

En 1921, j'ai greffé le même Topinambour type sur le Soleil annuel; j'ai obtenu à la fois des graines et des tubercules aériens. J'ai étudié l'hérédité de ces deux sortes d'organes. A la suite du semis des graines, j'ai obtenu des plantes variées; l'une d'entre elles, l'*Helianthus tuberosus Dangeardi*, est un exemple irréfutable de l'hérédité des caractères acquis par greffe, le caractère tuberculisation aérienne étant aujourd'hui fixé à la suite de la multiplication végétative aérienne ou souterraine [3]. Cette variété n'a qu'un intérêt scientifique; d'autres ont un intérêt pratique; l'une d'elles a des tubercules allongés, lisses, obtus à la base comme une racine de carotte potagère et qui sont très agréables au goût. C'est une bonne acquisition pour la culture; je l'ai désignée, à cause de la forme de son tubercule, sous le nom d'*Helianthus tuberosus dauciformis*.

La descendance des tubercules aériens était également intéressante à suivre; c'est ce que j'ai fait depuis 1922. Les exemplaires qui en sont issus ont donné des tubercules en partie agglomérés au collet, en partie situés sur des rhizomes plus ou moins longs. La forme et l'état de la surface étaient très variables; certains tubercules étaient très rugueux et irréguliers, plus que le type primitif (*fig*. 5); d'autres, presque lisses, étaient ovoïdes allongés (*fig* 6); enfin il s'en trouvait qui rappelaient la forme originelle, mais leur surface était lisse (*fig*. 7).

---

[1] Séance du 27 avril 1925.

[2] Lucien Daniel, *La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis* (*Ann. des Sciences nat.*, Bot., 8e série, t. 8. 1898, p. 1).

[3] Lucien Daniel, *Hérédité d'un caractère acquis par la greffe chez le Topinambour* (*Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1449).

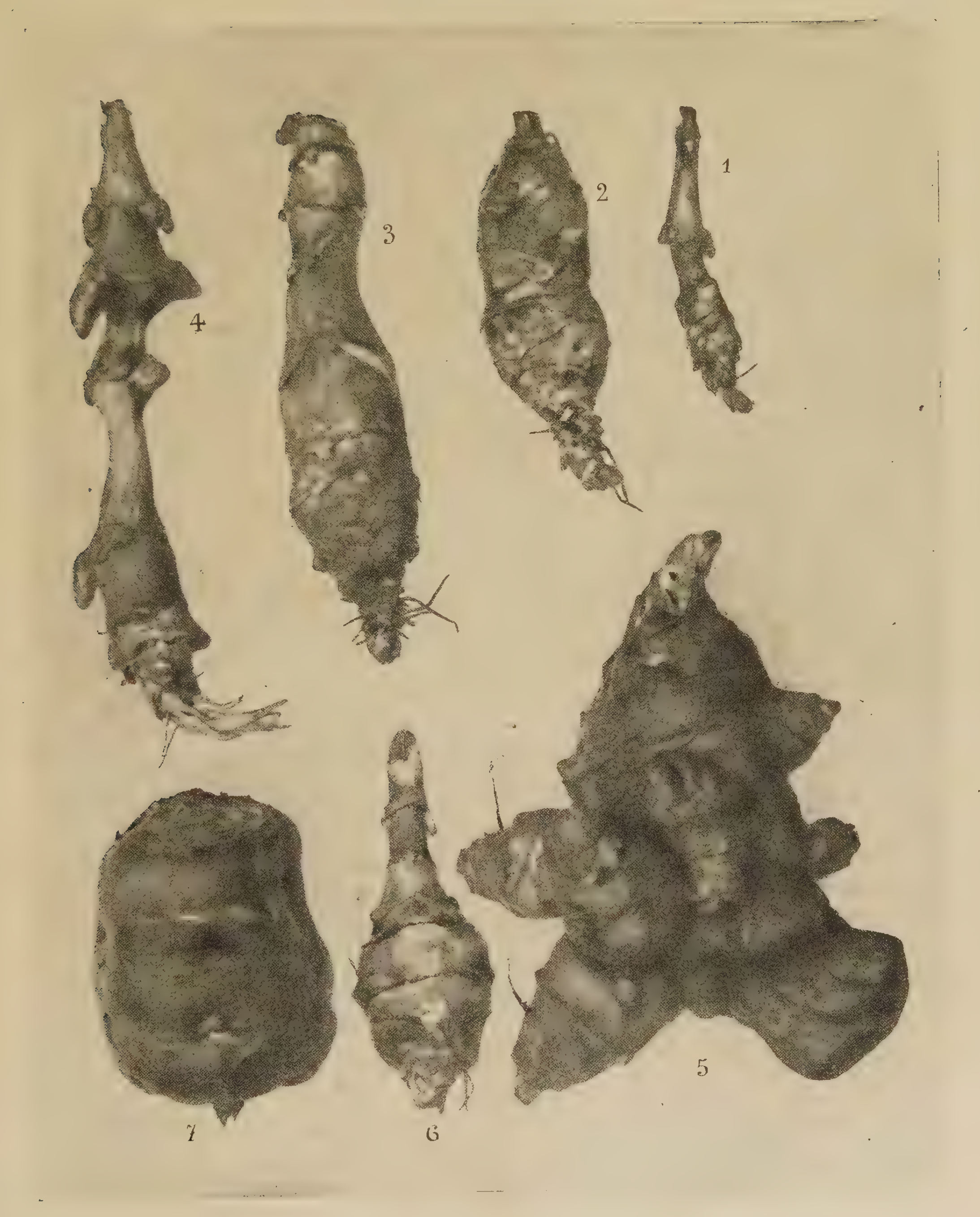


Fig. 1 : Tubercule de Topinambour greffé avec le Soleil annuel. — Fig. 2, 3 et 4 : Tubercules de Topinambour provenant de sa greffe ordinaire avec l'*Ambrosia trefida*. — Fig. 5, 6 et 7 : Tubercules de Topinambour issus des surgreffes de Topinambour et de Soleil annuel.

Ainsi et c'est un fait important, les descendants du tubercule aérien ont fourni un type différent de l'ancien par la disposition, la forme et l'état de la surface des tubercules souterrains. Ces différences, consécutives à la greffe de 1921, se sont maintenues jusqu'ici par multiplication purement végétative.

L'an dernier, j'ai fait de nouvelles greffes ordinaires (olodibioses) de Grand Soleil et d'*Ambrosia trifida* sur des Topinambours provenant, eux aussi, des tubercules aériens de 1921. Les Topinambours portant des Soleils ont donné un petit nombre de tubercules allongés, lisses, dont le plus gros (*fig.* 1) pesait 4^g. Ceux qui avaient pour épibiote l'*Ambrosia* ont produit des tubercules plus gros et de forme plus variée; l'un d'eux (*fig.* 2), plus court, pesait 24^g; un autre, plus long (*fig.* 3), pesait 44^g; un troisième, long et rugueux (*fig.* 4), pesait 28^g. Dans ces essais, on constatait ainsi une variation profonde de la tuberculisation causée évidemment par l'épibiote, puisque toutes les conditions étaient égales d'ailleurs en dehors du greffage.

Comparativement, j'ai fait des surgreffes (hyperbioses simples) entre des Topinambours de même origine et le Soleil annuel pris comme mésobiote. J'ai obtenu un poids beaucoup plus élevé de tubercules chez l'hypobiote; ceux-ci avaient conservé les caractères (*fig.* 5, 6 et 7) des francs de pied témoins. Le Topinambour greffé, au point de vue tuberculisation, se comporte donc d'une façon toute différente suivant qu'il est alimenté par une nourrice aérienne étrangère ou par un épibiote de son espèce. Dans ce dernier cas, abstraction faite des destructions, reconstructions et transformations de substances dont il est le siège, le mésobiote est sans action sur la variation des tubercules qui conservent leurs caractères particuliers. C'est une preuve de plus que leurs variations, à la suite des greffes ordinaires, sont bien dues à l'épibiote Grand Soleil, qui influe sur son hypobiote.

BOTANIQUE. — *Méthodes diverses d'appréciation du niveau du seuil de condensation amylogène.* Note de M. A. **Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

Les observations et expériences, relatées dans mes Notes antérieures, fournissent différentes méthodes permettant d'étudier les variations du seuil de condensation amylogène, soit des divers plastes d'une cellule, soit des plastes de même catégorie d'une cellule lorsque les conditions physiologiques varient, soit enfin des plastes de deux cellules différentes.

En ce qui concerne les plastes d'une même cellule, mes observations précédentes montrent qu'il y a lieu de distinguer les différences d'excitabilité amylogène qui peuvent exister entre les plastes de même génération ou de même catégorie, et ceux de générations ou de catégories différentes; alors que les premières sont faibles, les secondes peuvent être considérables, ce qui permet de les mettre facilement en évidence, soit par l'observation, soit par l'expérimentation. Il suffit en effet de constater dans une cellule, que pendant une réaction amylogène, soit naturelle, soit provoquée par une solution de sucre, un des groupes de plastes précités réagit seul, l'autre demeurant inactif ou digérant son amidon, pour pouvoir conclure avec certitude que le premier présente une excitabilité amylogène plus grande et un seuil de condensation plus bas que le second qui, d'ailleurs, dans certains cas, peut être entièrement dépourvu de toute excitabilité et par suite de tout seuil.

C'est ainsi que j'ai montré antérieurement les différences de seuil de condensation qui existent entre les plastes amylifères et les non amylifères d'une même cellule de l'hypocotyle de Haricot, et que mes observations sur l'évolution des plastes dans les cellules cotylédonaires de Pois et de Fève prouvent nettement que les plastes amylifères, de nouvelle formation, ont un seuil de condensation plus bas que les anciens plastes amylifères des mêmes cellules, qui digèrent leur amidon en verdissant leur stroma.

Il est plus délicat de mettre en évidence les différences de seuil de condensation dans les plastes de même génération ou de même catégorie parce qu'elles sont faibles; pour le faire on peut s'appuyer sur cette observation, qu'à une même température la réaction amylogène des plastes est d'autant plus rapide qu'il y a plus d'écart entre le niveau de leur seuil de condensation et le taux de sucre de la cellule. Ce fait résulte de mes expériences antérieures qui ont montré que si l'on soumet à l'hydrolyse les deux moitiés d'un cotylédon frais de Haricot prélevé vers la fin de la période de synthèse, en cultivant l'une au contact d'une solution de glucose à 5 pour 100, les plastes amylifères de nouvelle formation se montrent plus précoces dans les cellules cultivées sur glucose. Il résulte encore de mes observations sur l'évolution comparée des plastes dans les cotylédons isolés ou non de Pois, Fève, Haricot, ainsi que de mes expériences sur les fragments d'hypocotyle de Haricot cultivés sur glucose à 5 pour 100 à 41° puis placés à 30° dans des conditions différentes de turgescence : l'amidon apparaît plus rapidement dans les cellules du fragment turgescent, dont le seuil de condensation est le plus bas. Il suffira donc, pour se rendre compte des

différences de seuil de condensation des plastes de même groupe d'une cellule, d'observer sur une réaction amylogène, soit naturelle, soit provoquée, la précocité diverse de réaction individuelle de chacun d'eux.

Les principes précédents fournissent une première méthode (*a*), susceptible d'être appliquée à l'étude des variations du seuil de condensation des plastes de même groupe d'une cellule quand on fait varier, à une même température, les conditions physiologiques de celle-ci, ou des plastes comparables de cellules voisines et que l'on peut supposer de ce fait comme pourvues d'un même taux de sucre. Si, sans augmenter la teneur en sucre de la cellule, on provoque par variation des conditions physiologiques une réaction amylogène exclusive ou plus précoce, on pourra l'attribuer vraisemblablement à un abaissement du seuil de condensation; de même si des cellules voisines présentent, soit naturellement, soit après action d'une solution de sucre, des différences de même ordre, on pourra admettre qu'elles sont dues à la cause précipitée.

Une seconde méthode (*b*) consiste dans l'étude de la marche de la condensation. Elle résulte de l'expérience citée plus haut sur les cotylédons frais de Haricot, qui permet de constater qu'à une même température, la condensation est considérablement accélérée dans les cellules cultivées sur glucose, ce qui prouve que dans certaines limites (car un excès de glucose peut favoriser, comme je l'ai montré, la condensation lente) la marche de la condensation est d'autant plus rapide, qu'il y a plus d'écart entre le seuil de condensation et le taux de sucre de la cellule. Si donc en faisant varier les conditions physiologiques d'une cellule sans changer sa teneur en sucre, on active la condensation on pourra, dans des conditions de certitude déterminées par la critique, conclure à un abaissement du seuil, et la même déduction pourra être tirée si des cellules voisines de même teneur en sucre présentent les mêmes différences.

Une troisième méthode (*c*) applicable tout au moins aux cellules d'un même organe (et que j'ai en particulier utilisée pour l'endoderme), consiste à disposer ce dernier sur une solution de glucose qui humecte seulement sa face inférieure. Si l'on arrive à obtenir une réaction, soit exclusive, soit nettement plus précoce, dans des cellules qui par leur situation ont un taux de sucre inférieur ou au plus égal à d'autres, on pourra supposer un seuil de condensation plus bas en leur faveur.

Enfin une dernière méthode (*d*), moins directe que les précédentes, est basée sur ce fait, qu'à une même température, l'augmentation du taux de sucre de la cellule produit pendant l'hydrolyse une réduction de la rapidité

de digestion de l'amidon, d'où l'on peut déduire que la digestion de l'amidon, dans les plastes de même catégorie, est dans la cellule d'autant plus lente qu'il y a moins d'écart entre le taux du sucre de celle-ci et leur seuil de condensation. Il en résulte que toute action qui, sans faire varier le taux de sucre, ralentit la digestion de l'amidon dans les plastes, sera susceptible d'être soupçonnée comme réduisant cet écart en abaissant le seuil de condensation, et qu'il sera de même en ce qui concerne la vitesse différente de digestion de l'amidon dans des cellules voisines.

Les diverses méthodes précédentes se complètent et se contrôlent les unes les autres; la possibilité de leur application ou leur usage plus ou moins aisé dépend évidemment des cas étudiés.

Je ne puis faire ici la critique détaillée de chacune d'elles, il me suffira de faire remarquer à titre d'exemple que la dernière méthode (*d*) peut être sujette à des causes d'erreurs, car la moindre rapidité de digestion de l'amidon peut être due, non à un accroissement d'excitabilité amylogène des plastes se traduisant dans l'abaissement du seuil de condensation, mais à une moindre valeur de leur puissance amylasique, comme le suggèrent nettement mes expériences antérieures sur les cellules de l'écorce interne et de l'écorce périphérique de l'hypocotyle frais de Haricot, d'où il résulte que les premières présentent à l'égard des secondes une digestion de l'amidon plus lente associée à un seuil de condensation plus élevé.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la présence des nitrates dans les sols forestiers.* Note de MM. **A. Němec** et **K. Kvapil**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

Presque tout l'azote qui est consommé par les arbres forestiers, provient de la décomposition des matières organiques contenues dans la couverture morte et dans l'humus des sols forestiers. Quoique la question de la forme la plus convenable des matières azotées pour la nutrition des peuplements forestiers soit aujourd'hui encore loin d'être résolue, il est plus que probable que l'azote mobile des nitrates présente un état de combinaison favorable non seulement pour les grandes cultures des champs, mais encore pour celles de la forêt. Déjà Boussingault [1] a constaté la présence d'une petite quantité d'azote nitrique dans les sols forestiers. Plus tard, en étudiant la formation des nitrates dans la terre forestière, Weis [2] a pu constater que dans l'humus acide du hêtre, surtout après chaulage, une nitrifi-

---

[1] Boussingault, *Agronomie*, 2, p. 40.

[2] F. Weis, *Centralblatt f. Bakteriologie*, 28, 1910, p. 434.

cation intense prend lieu. Des travaux récents de Hesselmann ([1]) il ressort que, dans les sols des peuplements aciculaires, couverts de nappes de mousse et de lichens, l'humus n'est pas décomposé en azote nitrique, mais que sa décomposition s'arrête à la formation de sels d'ammoniaque. Au contraire, dans les forêts feuillues, le sol contient des quantités notables de nitrates. D'après Hesselmann, sur les sols dont l'azote est transformé en azote nitrique, l'accroissement des arbres est plus élevé que sur les sols où la nitrification est faible ou nulle.

En étudiant les propriétés biochimiques des sols sous les peuplements forestiers, nous avons pu faire quelques observations intéressantes relatives à la présence de l'azote nitrique dans l'humus, dans les terres végétale et minérale des diverses essences et formes de peuplements forestiers. L'azote nitrique a été déterminé par la méthode colorimétrique de Noyes, modifiée pour les sols forestiers par Clarke ([2]).

Les résultats de nos recherches sont contenus dans le Tableau suivant.

Peuplement.	Azote nitrique en milligrammes pour 1kg de matière sèche.			
	Couverture morte.	Humus.	Terre végétale.	Terre minérale.
Sapin, 200 ans, sol sans végétation	»	8,87	6,76	6,42
Sapin, 100 ans, sol sans végétation	»	11,59	5,64	5,41
Épicéa-sapin, 90 ans, sol couvert de mousse	11,03	8,54	4,73	4,88
Épicéa, 100 ans, serré, sol sans végétation	»	7,21	1,49	2,08
Épicéa, 90 ans, sol sans végétation	12,47	11,83	4,46	2,59
Épicéa, 60 ans, sol sans végétation	11,03	8,54	4,73	4,88
Épicéa, 35 ans, sol sans végétation	»	31,16	8,43	6,98
Épicéa, culture, 10 ans	22,85	16,07	»	8,05
Pin sylvestre, 90 ans, sol couvert de mousse et de *Vaccinium*	»	12,58	6,82	4,74
Pin sylvestre, 60 ans, sol couvert de mousse	»	6,89	4,93	4,04
Pin sylvestre, 40 ans, végétation : *Mnium*, *Athyrium*	17,32	7,15	3,97	3,60
Hêtre, 200 ans, sol sans végétation	»	15,75	9,22	8,73
Hêtre, 60 ans, sol sans végétation	81,05	48,01	13,52	9,19
Chêne pédonculé-hêtre, 90 ans, végétation	14,80	7,08	5,25	3,02
Chêne pédonculé, 60 ans, avec taillis sous futaie de chêne	19,30	6,77	3,89	2,80
Frêne, peuplement, âgé de 90 ans	19,03	»	11,07	8,40
Frêne, jeune taillis de 10 ans, sol sans végétation	129,23	»	17,55	4,28
Charme, jeune taillis de 15 ans	22,22	8,29	11,63	3,69
Epicéa-hêtre, 60 ans	20,89	13,99	5,42	4,34
Pin sylvestre, avec taillis sous futaie de chêne	11,08	18,04	4,29	2,99

([1]) H. HESSELMANN, *Nedd. stat. skogsförsögsanstalt*, 13, 1917, p. 297.

([2]) W. CLARKE, *Oxford forestry memoirs*, n° 2, 1924, p. 1-27.

On peut observer que l'humus d'épicéa contient une quantité d'azote nitrique qui semble décroître quand augmente l'âge du peuplement. L'humus et la couverture morte des peuplements feuillus sont relativement riches en azote nitrique; surtout la couverture morte du jeune taillis de frêne a montré une teneur en nitrates très élevée. L'ensemble des couches du peuplement mixte épicéa-hêtre est beaucoup plus riche en azote nitrique que celui du peuplement pur d'épicéa dans la même région.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur quelques propriétés de l'urée vis-à-vis des sols.* Note [1] de MM. **F. Couturier** et **S. Perraud**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

Nous avions entrepris depuis le début de 1924 un travail sur les relations de l'urée avec le sol. Ce travail était déjà très avancé lorsque a paru une publication de M. Ch. Brioux [2] sur la même question. Nous avons cru devoir néanmoins poursuivre nos études, et les résultats obtenus ont confirmé pleinement ceux de M. Brioux sur les points qui nous étaient communs. Nous présentons aujourd'hui à l'Académie quelques faits non examinés jusqu'ici relatifs au pouvoir absorbant du sol à l'égard de l'urée, et apportons quelques compléments aux conditions de la décomposition de l'urée dans le sol.

Les propriétés hygroscopiques de l'urée en font une substance extrêmement soluble dans l'eau et certains auteurs [3] ont vu, dans ce fait que l'urée pouvait être entièrement et rapidement lessivée dans les sols, une contre-indication à son emploi dans certains terrains. D'autres [4] écrivent « qu'elle est retenue probablement dans le sol aussi bien que le sulfate d'ammoniaque, et qu'elle est à ce point de vue supérieure au nitrate de soude sujet à être entraîné par les eaux ».

Pour éclaircir cette question, nous avons tout d'abord recherché si la terre possédait un pouvoir absorbant à l'égard de l'urée.

Les premiers essais comportaient l'agitation d'un poids connu de terre sèche, avec un volume connu d'une solution titrée d'urée. Le contact de

---

(1) Séance du 27 avril 1925.

(2) Ch. Brioux, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 915.

(3) Kuyper *Experiment Station Record*, 49, 1923, p. 20.

(4) Sir John Russell, *Revue internationale de renseignements agricoles*, Rome, nouvelle série, vol. 1, 1923, p. 913.

l'urée avec le sol avait été maintenu, dans deux essais parallèles, pendant 4 heures et 12 heures. Le dosage de l'urée par la méthode de Fosse, dans le liquide séparé de la terre par filtration, avait donné des teneurs en urée moindres que dans la solution initiale et décroissantes quand croissait la durée d'agitation. On pouvait conclure de là qu'une certaine quantité d'urée avait été retenue par le sol.

La question se liant, d'autre part, à la rapidité de la transformation de l'urée par action microbienne, nous avons repris ces essais en opérant en milieu chloroformé pour supprimer toute décomposition de l'urée.

10^g de terre ont été additionnés de 20^{cm^3} d'eau chloroformée dans laquelle on a dissous $0^g,1$ d'urée. Après agitation mécanique de deux lots de terre pendant 2 heures et 4 heures, le liquide a été filtré et, dans une partie adéquate de cette solution, on a dosé l'urée avec le xanthydrol.

	Poids de xanthylurée dans 20^{cm^3} de la solution.	Urée dans 200^{cm^3} de la solution.
	g	g
Solution primitive	0,070	0,1
Solution après agitation de 2 heures	0,070	0,1
» de 4 heures	0,069	0,099

Il n'y a donc aucune fixation d'urée par la terre, dont le pouvoir absorbant à l'égard de cette substance est nul.

Un autre essai avec du nitrate d'urée a donné des résultats négatifs identiques aux premiers. Enfin en répétant ces essais avec de la terre décalcifiée et de l'urée, l'identité des poids de xanthylurée avant et après agitation établit encore l'absence de tout pouvoir absorbant.

On pourrait ainsi craindre un entraînement de l'urée dans les terres par les eaux de pluie, si d'autres propriétés de ce corps ne venaient mettre un obstacle presque absolu à toute perte par lessivage des sols. L'urée est en effet transformée, comme on le sait, en carbonate d'ammoniaque par les nombreuses espèces de microbes ammonisants du sol, et la rapidité de cette transformation avait déjà été indiquée par M. Brioux. En suivant de plus près cette action microbienne, et en déterminant quantitativement la disparition de l'urée, il a été possible de donner une mesure de cette transformation, et de comparer la marche du phénomène à différentes températures.

On a opéré avec une terre d'origine glaciaire, pauvre en éléments fertilisants et en calcaire. Différents lots de 200^g de terre, à 20,3 pour 100 d'humidité, ont été mélangés à $0^g,1$ d'urée et abandonnés à la température

de 17° pendant des temps variables. La terre est ensuite additionnée de la quantité d'eau nécessaire pour compléter à 200^{cm^3} le volume total d'eau employée. Sur la solution filtrée on prélève 10^{cm^3} pour le dosage de l'urée par le xanthydrol.

TABLEAU I.

Durée de contact.	Poids de xanthylurée.	Urée restant dans 200^{cm^3}.	Urée pour 100 transformée.
	mg	mg	
6 heures	25	71	29
15 »	17,5	50	50
24 »	2	6	94
48 »	0	0	100

Ainsi au bout de 24 heures, l'urée est presque totalement transformée en ammoniaque. Cette rapidité est assez grande, dès le début du contact, pour expliquer nos premiers résultats sur le pouvoir absorbant du sol, en milieu non chloroformé.

Les mêmes essais ont été effectués à basse température maintenue constante à + 2°, avec la même terre titrant 20 pour 100 d'humidité.

TABLEAU II.

Durée de contact.	Poids de xanthylurée.	Urée restant dans 200^{cm^3}.	Urée pour 100 transformée.
	mg	mg	
6 heures	35	100	0
15 »	25,1	73	27
24 »	21,7	62	38
2 jours	7,5	21	79
3 »	2,95	8,4	91,6
5 »	0	0	100

Ces résultats montrent dans quelle mesure se ralentit l'hydrolyse de l'urée dans le cas de basses températures; la comparaison avec le tableau I indique qu'au bout de 15 heures elle atteint sensiblement la même valeur qu'après 6 heures à 17°. De plus si l'on traduit ces résultats par une courbe on voit que cette transformation est sensiblement proportionnelle au temps jusqu'à 48 heures, puis qu'elle se ralentit visiblement à partir du deuxième jour pour n'être totale que vers la fin du cinquième jour.

On peut tirer de ces résultats des précisions intéressantes au point de vue de l'emploi de cet engrais azoté; l'urée peut être utilisée sans tenir compte de la température et de la saison, c'est-à-dire aussi bien à l'automne qu'après l'hiver, d'après les mêmes règles que le sulfate d'ammoniaque,

puisque le carbonate d'ammoniaque formé échappera très rapidement à l'entraînement par les eaux de pluie au même titre que les engrais ammoniacaux ordinaires.

CHIMIE AGRICOLE. — *Persistance de l'azote dicyandiamidique dans une cyanamide calcique moulée, après plusieurs mois de séjour dans le sol.* Note [1] de MM. **Adrien Auguet** et **Albert Bruno**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Jusqu'à ces dernières années la cyanamide calcique offerte aux agriculteurs était un produit pulvérulent et léger, difficilement maniable, dont l'épandage présentait quelque danger, car sa poussière est irritante et toxique.

Depuis, on a remédié à ces inconvénients par l'addition d'huiles lourdes, d'agglutinants et, plus efficacement, par l'agglomération du produit brut après hydratation partielle. On obtient ainsi des granulés ou des bâtonnets moulés d'un emploi commode, mais dans lesquels une partie de la cyanamide est passée à l'état de dicyandiamide.

Deux cyanamides calciques en bâtonnets ayant séjourné plusieurs mois dans le sol, et contenant encore une notable proportion d'azote, nous ont été remises. La première, A, ramassée en novembre, provient d'engrais enfoui par un labour en avril 1924, avant semis de betteraves, et a environ 7 mois de séjour dans le sol. La seconde, B, ramassée en octobre provient d'engrais appliqué en couverture sur blé au printemps de 1924 et a environ 6 mois de séjour à la surface du sol.

Dans chacune d'elles, les bâtonnets étaient à peu près intacts et ne différaient en apparence des bâtonnets de l'engrais neuf que par l'existence en surface d'une mince pellicule de chaux carbonatée. Par ailleurs, ils avaient conservé dureté, cohésion et couleur, ce qui avait impressionné quelques cultivateurs.

L'azote total, dosé sur des échantillons moyens provenant du broyage d'une vingtaine de grammes pour chacune, fut trouvé respectivement de 1,26 pour 100 pour A et de 0,91 pour 100 pour B.

Il nous a paru intéressant de rechercher sous quelle forme pouvait

(1) Séance du 4 mai 1925.

exister cet azote résiduel. La précipitation, suivant la méthode de Caro [1], à l'état de cyanamide argentique par le nitrate d'argent en solution ammoniacale, a donné pour A et B des précipités très faibles, dans lesquels nous avons titré l'argent après dissolution dans l'acide nitrique étendu au moyen de la solution $\frac{N}{20}$ de sulfocyanure de potassium. Les résultats correspondaient à des teneurs en cyanamide pratiquement négligeables, voisines de 0,1 pour 100. Ces résultats ont été confirmés par le dosage pondéral de la cyanamide à l'état de dixanthylurée, selon la méthode de Fosse [2] en chauffant pendant 3 heures à 50-55° deux prises d'essai de A et de B avec de l'acide nitrique binormal et en recherchant l'urée produite dans la liqueur d'hydratation, au moyen d'une solution méthylique de xanthydrol à 5 pour 100. Il ne s'est formé, après plusieurs heures, qu'un précipité négligeable de dixanthylurée.

L'azote résiduel n'est donc pas sous forme de cyanamide. D'autre part, nous avons vérifié l'absence des autres formes solubles de l'azote susceptibles d'exister dans la cyanamide calcique après exposition à l'air et à l'humidité : 1° l'urée par la réaction du xanthydrol en milieu acétique [3] sur les liqueurs d'épuisement par l'eau de A et B; 2° les sels ammoniacaux par addition du réactif de Nessler aux mêmes liqueurs. Nous avons procédé à la recherche de la dicyandiamide : 1° par la méthode de Caro [4] (précipitation par le nitrate d'argent en présence de potasse à 10 pour 100, et dosage de l'azote dans le précipité lavé et essoré); 2° par précipitation vers + 5° avec le nitrate d'argent à 5 pour 100 et l'acide picrique en solution aqueuse à 7,5 pour 1000, selon Harger [5] sur l'extrait repris par l'eau, provenant de l'épuisement à l'acétone anhydre des échantillons A et B pulvérisés et séchés à l'étuve.

Dans A et B nous avons constaté la présence de dicyandiamide et obtenu les résultats assez concordants ci-après :

	Cyanamide A pour 100.	Cyanamide B pour 100.
Azote de la dicyandiamide (méthode Caro).......	1,05	0,70
» (méthode Harger)	1,00	0,67

---

(1) *Zeitschr. f. angw. Ch.*, 23, 1910, p. 2405.

(2) Fosse, Hagène et Dubois, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 214 et 408.

(3) Fosse, *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 1076 et 1588.

(4) *Zeit. f. angew. Ch.*, 23, 1910, p. 2405.

(5) *Industr. Engin. Chem.*, 12, 1920, p. 1107.

La presque totalité de l'azote restant est donc à cet état. Examinant enfin une cyanamide neuve de même fabrication que A et B, nous avons obtenu :

Azote total................	15,12 pour 100	
Azote de la cyanamide	7,77 pour 100,	soit 51,38 pour 100 du total
Azote de la dicyandiamide...	7,15 pour 100,	soit 47,28 pour 100 du total
Azote non dosé et insoluble..	0,20 pour 100	

Les constatations qui précèdent confirment la présence déjà signalée de dicyandiamide dans les cyanamides calciques agglomérées.

Elles montrent surtout la possibilité d'une transformation accidentelle, en proportion parfois considérable du produit brut rapidement utilisable, en son dimère dont la toxicité pour les microorganismes a été signalée, mais dont l'utilisation en tant qu'engrais se montre pour le moins beaucoup retardée.

Toute technique ayant pour but de mettre la cyanamide calcique brute sous forme d'agglomérés, doit donc être sévèrement contrôlée et effectuée en conditions telles que la formation de dicyandiamide ne dépasse pas quelques unités pour 100.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'insuline sur le métabolisme azoté.* Note (¹) de MM. **H. Labbé** et **B. Théodoresco**, présentée par M. Charles Richet.

Depuis la découverte de l'insuline, les observations cliniques relatant ses effets thérapeutiques sont nombreuses. Des modifications importantes dans les échanges nutritifs se traduisent, cliniquement, par une amélioration notable de l'état général du malade, avec augmentation du poids, concomitante à l'abaissement de l'acidose des humeurs. Pour contribuer à éclaircir quelques-uns des points encore obscurs de la question, nous avons recherché quelle était l'action de l'insuline sur la nutrition du chien normal, et, plus particulièrement, sur son métabolisme azoté. L'animal a été soumis à un régime fixe, lui permettant de se maintenir en équilibre, pondéral et azoté. L'équilibre obtenu, nous avons injecté de l'insuline afin de constater la répercussion ainsi produite sur les échanges.

Le régime auquel ont été soumis nos trois animaux en expérience se composait, l'eau mise à part, de 110^{g} de viande grasse désossée, et de 100^{g}

(¹) Séance du 16 mars 1925.

de pain, par 24 heures. Ce régime, calculé en calories, fournit approximativement : 176^{cal} pour la graisse, $87^{cal},4$ pour les substances protéiques, et $201^{cal},4$ pour les hydrates de carbone. Nous avons utilisé l'insuline Byla, en ampoules de quinze unités cliniques, dont nous avons injecté en une seule fois (étant donnée la résistance remarquable du chien envers l'insuline) de une à trois ampoules, soit 15 à 45 unités cliniques.

Les chiens pesant environ 8^{kg}, la dose d'insuline injectée au maximum a été d'un peu plus de 5 unités cliniques par kilogramme d'animal.

Nos expériences ont été effectuées de février à fin juillet 1924, nous fournissant ainsi un grand nombre de résultats analytiques, dont nous rapportons ici les plus caractéristiques.

Les dosages d'azote urinaire ont été pratiqués quotidiennement sur les urines fraîches de 24 heures.

Pour les deux animaux en expérience, les résultats ont consisté en une augmentation très nette de l'élimination azotée qui suit l'injection de l'insuline. Ce fait est en contradiction, tout au moins apparente, avec ce qu'on observe chez le diabétique acidosique.

Pour le chien n° 1, la moyenne des chiffres de l'azote total est passée de $2^{g},73$, avant les injections d'insuline, à $3^{g},84$, puis est retombée à $3^{g},46$.

Pour le chien n° 2, la moyenne est passée de $3^{g},29$, avant l'insuline, à $4^{g},12$ après l'injection.

L'effet produit persiste souvent pendant plusieurs jours après l'injection.

L'augmentation de la déperdition azotée est importante, lorsqu'on envisage la moyenne des chiffres obtenus dans nos expériences. En outre, dans un grand nombre de cas, la différence entre les taux d'azote éliminé avant et après l'injection d'insuline est également frappante (voir tableau ci-après).

De ces constatations il ressort que le métabolisme azoté reçoit une accélération manifeste du fait de la mise en circulation d'un supplément d'insuline dans l'organisme. L'animal brûle davantage ses tissus que dans les périodes normales ; il consomme ses réserves azotées. L'équilibre azoté, atteint et bien conservé auparavant pour un taux d'alimentation déterminé, est immédiatement détruit et ne se rétablit plus tant que dure la période d'injections d'insuline. En même temps, le poids de l'animal s'abaisse, quoique les descentes qu'il nous a été donné d'observer aient été moins accentuées que la déperdition azotée elle-même. L'état chimique sous lequel se fait cette hyperélimination d'azote n'apparaît pas très différent de la formule normale, ainsi que nous l'avons observé par des dosages répétés d'azote uréique et d'azote total.

Quoi qu'il en soit, le phénomène de la déperdition azotée s'observe déjà pour des injections d'insuline correspondant à 0,6 unité physiologique par kilogramme d'animal. Il s'intensifie lorsqu'on augmente la dose d'extrait insulinique ou que l'on rapproche les injections. Dans ce dernier cas, l'animal (chien n° 1) s'est, peu à peu, cachectisé. Son poids a fortement décru et la mort est survenue sans qu'à l'examen macroscopique de ses viscères il ait été possible d'observer des altérations appréciables.

Dates (1924).	Insuline (unités cliniques injectées).	Azote total (urinaire).	Azote (en excédent).
	I. — *Chien* n° 1.		
23 février	0	3,10	0,57
24 »	15	3,67	
3 mars	0	3,35	0,70
4 »	15	4,05	
19 »	0	3,17	0,73
20 »	15	3,90	
26 »	0	2,05	0,71
27 »	15	2,76	
	II. — *Chien* n° 2.		
22 février	0	3,88	1,11
23 »	15	4,99	
29 mars	0	4,20	0,40
30 »	15	4,60	
	III. — *Chien* n° 3.		
10 avril	0	3,30	0,36
11 »	15	3,66	
11 »	15	3,66	0,34
12 »	0	4,00	
14 mai	0	4,14	0,34
15 »	15	4,48	
15 »	15	4,48	0,37
16 »	0	4,85	
16 »	0	4,85	0,39
17 »	0	5,24	

ZOOLOGIE. — *Observations sur la biologie de* Nereis diversicolor. Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. F. Mesnil.

Au Portel, cette annélide vit uniquement dans le petit port, près du laboratoire, où elle peuple une bande de 150^m sur 5 à 7^m, qui découvre à toutes les marées et où n'arrive qu'une faible quantité d'eau douce; mais, les jours de grande pluie, à marée basse, le gisement peut subir une forte dessalure. Du côté du rivage, la bande passe, selon les endroits, au sable avec jeunes arénicoles, au sable à *Nerine cirratulus*, ou bien elle touche au pied du quai; du côté de la mer, elle passe au sable très vaseux, à scrobiculaires. Il y a 15 ans, une étroite zone à *Aricia Mülleri*, disparue depuis, s'étendait à l'entrée de l'arrière-petit-port, entre le niveau à *N. diversicolor* et la zone supérieure à petites arénicoles. Les adultes se tiennent surtout dans le sable très vaseux, les jeunes sont abondants plus haut, sous des éclats de pierre formant une sorte de gravier avec très peu de vase.

Poursuivant depuis plusieurs années des observations sur la biologie de cette espèce, en particulier sur son éthologie sexuelle, je veux faire part aujourd'hui de quelques-unes de mes remarques. Comme elle avait la réputation d'être hermaphrodite protérandre, j'ai examiné à dessein un nombre considérable de jeunes de 2 à 5^{cm}. Jamais je n'ai trouvé de spermatozoïdes à leur intérieur, mais presque tous renfermaient déjà des ovocytes libres. D'autre part, sur des centaines d'individus de taille moyenne ou adultes, je n'ai rencontré qu'un seul mâle, tous les autres étaient des femelles avec des ovocytes; enfin, les adultes ne m'ont pas montré de cas de viviparité. On peut donc conclure avec Herpin (1923) qu'elle n'est ni hermaphrodite, ni vivipare. Quant à la parthénogenèse, elle demeure possible; toutefois, le fait que des ovules pondus en aquarium se sont segmentés (Herpin) ne prouve pas que la parthénogenèse existe dans l'espèce, mais seulement que les ovules ont rencontré cette fois-là, en aquarium, les conditions physiques ou chimiques qui ont déclanché la segmentation, ce qui m'est arrivé aussi avec les ovules de *Sabellaria*, et c'est là seulement de la parthénogenèse artificielle involontaire.

L'existence de mâles authentiques est certaine depuis longtemps, les figures de K.-C. Schneider (1902) l'attestent, mais les mâles mûrs à un moment donné sont toujours rares, alors que les femelles à maturité sont nombreuses. Dans ces conditions, comment peut se faire la fécondation? L'observation que je vais rapporter me semble devoir conduire à la solution.

J'ai trouvé une fois sous des pierres, dans la partie la plus haute du gisement, des *N. diversicolor* adultes, serrées les unes contre les autres, et dont le rassemblement insolite me frappa vivement. N'étant pas alors préoccupé par les modalités de la reproduction de cet animal, je ne tirai pas parti de la rencontre; pourtant, je pris soin de voir si le motif de cette accumulation n'était pas le partage d'une nourriture enfouie, mais je n'en trouvai point. Il eût fallu recueillir tous les individus massés et entreprendre l'examen du contenu cœlomique de chacun : je suis aujourd'hui convaincu que j'ai eu alors sous les yeux un paquet d'Annélides en rut et composé de femelles grouillant autour d'un mâle. Je n'ai plus revu ce spectacle, mais il ne doit pas être tout à fait rare; en effet, O.-F. Müller (1771), créateur de l'espèce, avait déjà signalé qu'elle forme sous les pierres des masses enchevêtrées qu'il compare à des pelotons de macaroni (Nudel). Selon moi, quand un mâle arrive à maturité, toutes les femelles surmatures (vert plus ou moins sombre), se trouvant dans un certain rayon, sont excitées positivement par ses secrétions; elles se mobilisent vers lui, chose d'autant plus facile que *N. diversicolor*, néreide sociale, voyage toujours beaucoup dans ses galeries ramifiées. Leur jeu, au contact du mâle qu'elles enserrent, finit par provoquer l'émission de son sperme et la sortie de leurs ovules.

Tandis que, pour les néreis épitoques, ce sont surtout les mâles qui s'empressent vers les femelles, ici, à cause de la rareté des mâles, l'empressement viendrait de la part des femelles, et, pour moi, ces masses enchevêtrées de formes rampantes sont l'équivalent des danses nuptiales d'hétéronéreis nageantes. La reproduction semble avoir lieu en toutes saisons, car j'ai récolté dans une même station des jeunes pendant toute l'année; en octobre dernier, on voyait, à la surface d'une fine boue grise, une multitude de petits trous, orifices de sortie de galeries étroites ne renfermant que des jeunes de 3 à 5cm.

En faisant vivre, en juin et juillet, dans un cristallisoir des femelles vert sombre, la température étant 16°-17° dans la salle, j'ai assisté au bout de 12 à 30 heures à une transformation curieuse. Il se fait progressivement, à partir du 12e sétigère, une modification qui rappelle plusieurs traits de l'épitoquie : le corps bombé s'aplatit, les anneaux se serrent les uns contre les autres, les parapodes deviennent saillants vers le haut, la largeur du corps proprement dit diminue sensiblement, et l'on trouve de chaque côté du dos, au niveau de l'insertion des parapodes, deux rangées de petites dépressions caractéristiques tout le long de la partie transformée. Quant à la région antérieure, elle conserve l'aspect ordinaire, tout en s'hypertro-

phiant comme par l'afflux du liquide cœlomique chassé en avant par la contraction du reste du corps. La ressemblance avec un animal épitoque est donc frappante, mais les parapodes ne montrent aucun changement, et ce n'est là, malgré tout, qu'une ébauche, une caricature d'hétéroneréis. Notons de plus qu'au moment où la demi-métamorphose s'achève, l'animal ne tarde pas à mourir, ce qui porte à penser que le phénomène n'a pas lieu en liberté.

Sans doute, quelques auteurs avaient-ils eu affaire à des exemplaires pareillement différenciés lorsqu'ils annoncèrent des métamorphoses chez *N. diversicolor*. En fait, il s'agirait ici tout au plus d'une hétéronéreis incomplète rampante, qui serait aux formes épitoques nageantes, ce que la femelle d'Orgyia est aux papillons. C'est le lieu de se demander si les causes, qui déterminent en quelques heures dans un cristallisoir la transformation indiquée, ont quelque rapport avec celles qui provoquent, lentement, dans les conditions naturelles, l'hétéronéreidation complète des autres espèces. Que cette néreis montre une partie des changements morphologiques qu'on trouve dans la métamorphose de celles-ci ne doit pas surprendre, puisque j'ai rencontré chez elle, pendant la maturation, des phénomènes de myolyse aussi étendus que chez les autres. Et il semble bien que le changement de physionomie dans l'épitoquie est surtout dû à un nouvel état de la substance contractile de la musculature, acquis pendant ou après cette myolyse.

PHARMACODYNAMIE. — *Altération des solutions d'aconitine au cours de leur vieillissement.* Note de MM. **Goris** et **M. Metin**, présentée par M. Guignard.

Au cours de recherches physiologiques sur l'action toxique de l'aconitine, nous avions été surpris par les résultats discordants obtenus avec des solutions d'aconitine de même titre, mais de préparation plus ou moins récente.

La toxicité de ces solutions diminue d'une façon déjà sensible après une semaine; la diminution est considérable au bout de plusieurs mois. On ne peut expliquer ce phénomène que par une hydrolyse lente et continue de l'aconitine, sous l'influence d'une dilution extrême, donnant naissance à des produits de dédoublement, corps physiologiquement peu actifs.

Dans ce cas particulier, les méthodes chimiques sont impuissantes à

suivre le dédoublement de l'aconitine. Nous avons donc eu recours aux essais physiologiques.

On a commencé par déterminer la dose minimum mortelle pour 1^g de cobaye de l'azotate d'aconitine que nous possédions. On a préparé une solution aqueuse telle que 1000^{cm^3} contiennent $1^g,09$ d'azotate correspondant à 1^g d'aconitine et, avec celle-ci, des dilutions au $\frac{1}{10000}$ et au $\frac{1}{100000}$. Au moment des expériences, on prélève avec des pipettes graduées au $\frac{1}{10}$ de centimètre cube les quantités calculées que l'on dilue, si cela est nécessaire, pour que les quantités de liquide à injecter soient comprises entre 2 et 5^{cm^3} pour un cobaye d'un poids moyen de 400 à 500^g.

La dose minimum mortelle, d'après Cash et Dunstan, est de 0,000000112 à 0,000000123 par gramme de cobaye. Pour notre échantillon d'azotate d'aconitine, cette dose est nettement trop élevée. Nous avons injecté à un cobaye de 400^g, 0,000045 d'aconitine, soit 0,000000112 par gramme. Cinq minutes après l'injection, l'animal est pris de hoquets violents, accompagnés de cris pénibles et particuliers, il rejette par la bouche un liquide incolore, filant et spumeux. Presque aussitôt apparaît la paralysie des membres postérieurs. Puis la respiration devient difficile et précipitée, l'animal se couche sur le flanc, roule sur le dos, fait des efforts pour se dresser le long des parois de la cage avec ses pattes de devant demeurées immobiles, tandis que la partie postérieure du corps, complètement flasque est incapable de le soutenir. Dans cette position, l'animal essaie de respirer en ouvrant fortement la bouche, puis il retombe et expire après quelques soubresauts. La mort s'est produite 25 minutes après l'injection.

A la suite de ce premier essai, on injecte une dose sensiblement moindre, soit $0^g,00000005$ par gramme à un cobaye de 500^g. L'animal présente quelques hoquets, une très légère paralysie des membres postérieurs, mais triomphe facilement de cette dose d'aconitine.

A deux autres cobayes, d'un poids voisin de 500^g, on injecte à l'un 0,00000006 par gramme et à l'autre 0,00000007. Le premier cobaye présente des symptômes d'intoxication assez marqués et assez prolongés, mais il survit. Le second meurt en 1 heure 45 minutes, après avoir présenté les mêmes réactions physiologiques que dans la première expérience, quoique moins violentes et réparties sur une plus longue durée. La dose minimum mortelle de notre azotate d'aconitine était donc de 0,00000007 par gramme d'animal. Si nous convenons de définir l'unité toxique de l'aconitine pour un gramme de cobaye, par le cent-millième de milligramme (0,00000001) nous pouvons dire que la dose minimum mortelle est de sept unités toxiques.

Les solutions aqueuses d'aconitine ont été conservées à la lumière et essayées toutes les semaines, puis tous les mois.

Après une semaine, la dose minimum mortelle est de 9 unités toxiques (0,00000009); elle est de 10 unités au bout de deux semaines, de 14 après trois semaines. Au bout d'un mois il faut injecter 18 unités toxiques pour amener la mort du cobaye, et après quatre mois, il faut 45 unités (0,00000045 par gramme).

Une solution aqueuse très diluée d'azotate d'aconitine est donc devenue, après 4 mois, six fois et demie moins toxique qu'au moment de sa prépara-

tion. La décroissance du pouvoir toxique est très régulière et serait représentée, si l'on voulait établir un graphique, par une ligne presque droite.

En solution alcoolique, on peut également noter une diminution de toxicité analogue à celle constatée en solution aqueuse. Une solution d'azotate d'aconitine dans l'alcool à 70°, dont la dose minimum toxique était de 7 unités toxiques lors de sa préparation, ne provoque la mort que pour 9 unités au bout d'une semaine, de 11 au bout de trois semaines et de 12 au bout d'un mois. La diminution est donc moins forte que dans l'eau, mais cependant notable.

Il y a là un fait dont l'importance pharmacologique pratique est considérable, et que l'on retrouve chez des préparations galéniques d'aconit. Il nous montre que les essais chimiques fondamentaux nécessaires au pharmacologue doivent souvent être complétés par l'essai physiologique.

A 15^h45^m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures.

É. P.

ERRATA.

—

(Séance du 9 mars 1925.)

Note de M. *H. Rosset*, Sur le chlorazoture de phosphore :

Page 750, lignes 1 et 2 du titre, *au lieu de* Sur le chlorozature de phosphore, *lire* Action des organomagnésiens sur le chlorazoture de phosphore. Note de MM. Ch. Courtot et H. Rosset.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1925.

Studies in fossil botany. Vol. I : *Pteridophyta;* vol. II : *Spermophyta*, by Dukinfield Henry Scott. London, A. et C. Black, 1920 et 1923; 2 vol. 20cm,5.

An introduction to structural botany. Part I : *Flowering plants;* Part II : *Flowerless plants*, by Dunkinfield Henry Scott. London, A. et C. Black, 1920 et 1924; 2 vol. 19cm.

Extinct plants and problems of evolution, by Dukinfield Henry Scott. London, Macmillan and C°, 1924; 1 vol. 22cm, 5.

Roses d'Europe, par G.-A. Boulenger. Vol. I. Bruxelles, Goemaere, 1924-1925; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Louis Mangin.)

Travaux et Mémoires de l'Université de Lille; nouvelle série. II : Médecine, sciences. Vol. III : *Les groupes abéliens finis et les modules de points entiers*, par Albert Chatelet. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; Lille, Bibliothèque universitaire, 1925; 1 vol. 25cm,5.

Station océanographique de Salammbô. Notes et mémoires, n° 3 : *Observations sur les limites, les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (golfe de Gabès)*, par L.-G. Seurat. Tunis, J. Barlier et Cie, 1924; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

Études expérimentales de technologie industrielle; 70e mémoire : *La serrure, origine et évolution*, par Ch. Frémont. Paris, 1924; 1 fasc. 27cm. (Présenté par M. Léon Lecornu.)

Au Hoggar, mission de 1922, par Conrad Kilian. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1925; 1 vol. 22cm,5.

Notes sur la variabilité des climats; documents lyonnais, études de climatologie. Ire partie : Introduction générale historique, par Jean Mascart. Lyon, Audin et Cie, 1925; 1 vol. 24cm,5.

Chemins de fer électriques, par André Bachellery. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925; 1 vol. 23cm. (Présenté par M. André Blondel.)

The electrolytic separation of magnesium from magnesia, by Ichitaro Namari. Sakai, 1924; 1 vol. 26cm.

Thirty years among the dead, by Carl A. Wickland. Los Angeles, National psychological Institute, 1924; 1 vol. 23cm,5.

Résumé des travaux et des titres scientifiques de M. Max Ringelmann. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1925; 1 fasc. 27cm.

Les rayons ultraviolets en thérapeutique, par J. SAIDMANN. Paris, Gaston Doin, 1925; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. Daniel Berthelot.)

Fours électriques et chimie, publié sous la direction de PAUL LEBEAU, avec la collaboration de C. BEDEL, A. DAMIENS, P. FLEURY, P. JOLIBOIS, M. PICON, G. RIBAUD, H. WEISS. Paris, Presses universitaires de France, 1924; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Paul Appell.)

Mémorial des sciences mathématiques. Fascicule II : *Fonctions entières et fonctions méromorphes d'une variable*, par G. VALIRON. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 fasc. 25cm.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT LES TROISIÈME ET QUATRIÈME TRIMESTRES 1924, QUI N'ONT PAS ÉTÉ MENTIONNÉES SUR LES LISTES DES PREMIER ET DEUXIÈME TRIMESTRES. (*Suite.*)

Annals of the New-York Academy of Sciences. New-York.
Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique. Bruxelles.
Annuaire de la Société météorologique de France. Paris.
Annuaire de législation étrangère. Paris.
Annuaire des marées des côtes de France. Paris.
Annuaire général de l'Indo-Chine. Hanoï.
Annuaire statistique. Paris.
Annual report of the naval Observatory. Washington.
Annual report of the director of the Royal Alfred Observatory. Mauritius.
Annual report of the director of the astronomical Observatory of Harvard College. Cambridge (Massachussetts).
Annual report of the managing committee of the Patna Museum. Patna.
Annual report on reforms and progress in Chosen. Keijo.
Anuario del observatorio de Madrid. Madrid.
Anuario meteorologico de Chile. Santiago.
A. O. F. Dakar.
Aperçu statistique du commerce extérieur de la République tchécoslovaque. Prague.
Arbre (L'). Paris.
Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie. Alger.
Archives de médecine et de pharmacie militaires. Paris.
Archives des sciences biologiques (en russe). Leningrad.
Arkiv foer botanik, maternatik, mineralogi, zoologi. Stockholm.
Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France. Paris.
Astrological magazine. Madras.
Astronomical journal. Boston.
Astronomiska iakttagelser och undersœkningar a Stockholms observatorium. Stockholm.
Atti della pontificia Accademia. Roma.

Atti della reale Accademia delle scienze di Torino. Torino.
Atti e Memorie della reale Accademia di scienze, lettere ed arti. Padova.

Benjamin (*Revue mensuelle*). Paris.
Bergens museums aarbok Aarsberetning. Bergen.
Berichte der Wissenschaften Forschungs-Institute in Odessa. Odessa.
Bibliografia. Barcelona.
Bibliografia general española e hispano-americana. Madrid.
Bibliographie de la France. Paris.
Bibliotheca Universitatis liberæ Polonæ. Warszawa.
Bibliothèque des connaissances médicales. Paris.
Bibliothèque d'éducation scientifique. Paris.
Board of scientific advice for India (*Annual report*). Calcutta.
Boletin de la biblioteca nacional. Caracas.
Boletin de la Sociedad española de excursiones. Madrid.
Boletin de la Universidad. Mexico.
Boletin de pescas. Madrid.
Boletin del cuerpo de ingenieros de minas del Peru. Lima.
Boletin mensual (*Oficina meteorologica nacional*). Buenos-Aires.
Boletin minero. Mexico.
Boletin oficial de la secretaria de agricultura y fomento. Mexico.
Bollettino mensile (*Ufficio idrografico del Po*). Parma.
Budapest szekesfonaros statisztikai evkœnyve. Budapest.
Bulletin astronomique (*Mémoires et variétés*). Paris.
Bulletin bibliographique et pédagogique du Musée belge. Bruxelles.
Bulletin de l'Académie de législation. Toulouse.
Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles.
Bulletin de l'Association des bibliothécaires français. Paris.
Bulletin de l'Association technique maritime et aéronautique. Paris.
Bulletin de l'école française d'Extrême-Orient. Hanoï.
Bulletin de l'Institut des hautes études marocaines. Rabat.
Bulletin de l'Institut international de statistique. La Haye.
Bulletin de l'Institut océanographique. Paris.

(*A suivre.*)